

DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO



FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DE LISBOA

CONTROVÉRSIAS SÓCIO-CIENTÍFICAS: DISCUTIR OU NÃO DISCUTIR?

**PERCURSOS DE APRENDIZAGEM NA DISCIPLINA DE CIÊNCIAS DA
TERRA E DA VIDA**

Pedro Guilherme Rocha dos Reis

DOUTORAMENTO EM EDUCAÇÃO
ESPECIALIDADE: DIDÁCTICA DAS CIÊNCIAS

Tese orientada pela Prof^a. Doutora Cecília Galvão Couto

2004



União Europeia
Fundo Social Europeu



RESUMO

A presente investigação pretendeu estudar a forma como um grupo de professores e alunos de Ciências da Terra e da Vida (11º ano) interpretam e reagem às controvérsias sócio-científicas recentes, divulgadas pelos meios de comunicação social. Este estudo reveste-se de particular relevância num período marcado, simultaneamente, por fortes discussões relativas ao impacto social e ambiental de várias inovações científicas e tecnológicas e pela implementação de novos currículos de ciências, que realçam a importância da discussão de controvérsias sócio-científicas no desenvolvimento da literacia científica dos alunos.

Actualmente, a compreensão da natureza da ciência e da sua relação com a sociedade e a cultura é considerada um dos eixos fundamentais da literacia científica (Galvão, 2001; McComas, 2000). No entanto, diversas investigações têm revelado que tanto a escola como os meios de comunicação social parecem contribuir, explícita e implicitamente, para a construção de concepções limitadas acerca da ciência e dos cientistas (Abd-El-Khalick e Lederman, 2000; Matthews e Davies, 1999; Praia e Cachapuz, 1998). Perante esta situação, assume especial importância a realização de iniciativas de desenvolvimento pessoal e profissional (centradas nas escolas) que, estimulando a reflexão na acção e sobre a acção, capacitem os professores para uma reconstrução dos currículos e das suas práticas, de acordo com as orientações curriculares actuais para o ensino das ciências (Roldão, 1999; Ponte, 1998; Schön, 1987; Loucks-Horsley, Hewson, Love e Stiles, 1998).

Nesta investigação, optou-se por uma abordagem interpretativa, de tipo qualitativo, que decorreu em duas fases complementares. Numa primeira fase, baseada essencialmente em estudos de caso, procurou-se investigar o eventual impacto destas controvérsias nas concepções dos professores e dos alunos (sobre a natureza, o ensino e a aprendizagem das ciências) e na prática pedagógica desses professores. Como métodos de recolha de dados aplicaram-se questionários, realizaram-se entrevistas semi-estruturadas, efectuaram-se observações de aulas e analisaram-se diversos documentos (nomeadamente, histórias de ficção científica redigidas pelos alunos). Entre os alunos, foi evidente a falta de conhecimentos processuais e epistemológicos sobre a ciência, bem como a existência de diversas ideias estereotipadas e deturpadas sobre as características e a actividade dos cientistas. As práticas de sala de aula utilizadas pelos

seus professores e as imagens de ciência divulgadas pelos meios de comunicação social parecem contribuir para esta situação.

A segunda fase do estudo, suscitada pelos resultados obtidos durante a primeira fase, assumiu um formato de investigação-acção, perseguindo, simultaneamente, como é inerente a esta metodologia, finalidades de compreensão e de intervenção sobre a realidade detectada. A constatação do teor limitado e estereotipado das concepções dos alunos e de algumas práticas de sala de aula caracterizadas pela ausência de referências explícitas a aspectos processuais e epistemológicos da ciência, motivou a realização de uma acção de desenvolvimento pessoal e profissional dirigida aos professores envolvidos na primeira fase do estudo. Esta acção de formação permitiu constatar as potencialidades de várias estratégias utilizadas na estimulação da reflexão (sobre as concepções e as práticas de sala de aula), no reconhecimento das potencialidades das actividades de discussão de questões sócio-científicas (na abordagem de aspectos da natureza e funcionamento da ciência) e na construção de conhecimento didáctico necessário à utilização deste tipo de actividades em contexto de sala de aula. Contudo, o aspecto mais importante da acção de formação deverá ter sido a sua contribuição para a identificação e o estudo de factores que afectam a congruência entre as concepções dos professores (acerca da natureza, do ensino e da aprendizagem das ciências) e a prática de sala de aula.

Os resultados obtidos neste estudo têm implicações para a investigação sobre as concepções dos alunos acerca da natureza da ciência, o ensino das ciências (no Ensino Básico e Secundário) e a formação inicial e contínua de professores. Entre as mais significativas destacam-se: a) as potencialidades da utilização combinada de histórias de ficção científica (sobre a actividade dos cientistas) e de entrevistas na investigação das concepções dos alunos acerca do empreendimento científico; b) a importância de uma intervenção activa do ensino das ciências na discussão das imagens veiculadas pelos *media* (acerca da ciência, da tecnologia e da actividade, características e motivações dos cientistas); c) a pertinência de um maior investimento na concepção e avaliação de materiais educativos centrados em aspectos processuais e epistemológicos da ciência; e d) a relevância de iniciativas de desenvolvimento pessoal e profissional, centradas na escola, que apoiem os professores durante a concepção e a implementação desse tipo de materiais em contexto de sala de aula.

Palavras-Chave: Ensino das Ciências; Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS); Controvérsias Sócio-Científicas; Discussão; Concepções acerca da Natureza da Ciência; Práticas de Sala de Aula; Conhecimento e Desenvolvimento Profissional.

ABSTRACT

This research aimed at studying how some Earth and Life Science (11th grade) students and teachers interpret and react to recent socio-scientific controversies made public by the media. Two elements make this study particularly relevant: a) the actual debate concerning social impact of several scientific and technological innovations; and b) the implementation of new science curricula, which, stress the development of pupils' scientific literacy through the discussion of socio-scientific controversies.

Understanding the nature of science and its relation to society and culture is considered to be one of the main aspects of citizens' scientific literacy (Galvão, 2001; McComas, 2000). However, several studies have shown that both school and media seem to contribute, explicitly and implicitly, to the construction of limited conceptions about science and scientists (Abd-El-Khalick and Lederman, 2000; Matthews and Davies, 1999; Praia and Cachapuz, 1998). This situation brings forth the importance of conceiving personal and professional development initiatives aimed at encouraging reflection and supporting classroom practices reconstruction (Roldão, 1999; Ponte, 1998; Schön, 1987; Loucks-Horsley, Hewson, Love and Stiles, 1998).

An interpretative approach of a qualitative nature was chosen, organized in two complementary phases. The first phase was essentially based on case studies. It sought out to investigate the possible impact of these controversies on teachers' and pupils' conceptions (about the nature, teaching and learning of science) and also on teachers' pedagogical practices. Data collection instruments included questionnaires, semi-structured interviews, classroom observation and the analysis of several documents (namely science fiction stories written by pupils). Among pupils there was a lack of procedural and epistemological knowledge of science, as well as,

the presence of several stereotyped ideas about scientists' features and activities. Both science teachers' classroom practices and media seem to contribute to this situation.

The second phase of the study, motivated by the results of the first phase, assumed an action-research format which aimed at understanding and intervening upon the reality that was revealed. The realization of pupils' limited and stereotyped conceptions, as well as, certain classroom practices (characterized by the lack of explicit references to procedural and epistemological aspects of science), prompted an in-service workshop for the teachers involved in the first phase of the study. This initiative showed three potentialities of several strategies used: 1) stimulating reflection upon classroom conceptions and practices; 2) acknowledging the potential of classroom activities concerning the discussion of socio-scientific issues; and 3) constructing the professional knowledge for using this kind of activity in classroom context. However, the most important aspect of this workshop was its contribution to the identification and study of factors affecting the consistency between teachers' conceptions (about the nature, teaching and learning of science) and their classroom practices.

The results of this study have several educational implications. Among the most pertinent ones are: a) the potential of combined use of science fiction stories (about scientists' activities) and interviews in investigating pupils' conceptions about scientific activity; b) the importance of classroom discussions about media images (about science, technology and scientists' activities, features and motivations); c) the importance of developing and evaluating educational materials focused on procedural and epistemological aspects of science; and d) the relevance of personal and professional development initiatives, that support teachers throughout the conception and implementation of this type of material in classroom context.

Key-Words: Science Education; Science, Technology and Society (STS); Socio-Scientific Issues; Discussion; Conceptions about the Nature of Science; Classroom Practice; Professional Knowledge; Professional Development.

AGRADECIMENTOS

Uma palavra de agradecimento a todos os que me auxiliaram nesta viagem por “Admiráveis Mundos Novos”. Uma viagem marcada, muitas vezes, pela aventura, por descobertas, por recompensas, por “Cabos da Boa Esperança”; menos vezes, por dificuldades, por obstáculos, por “Cabos das Tormentas”.

À Cecília Galvão, conhecedora das “Artes de Bem Navegar”, que me orientou nesta viagem, sugerindo rotas e assinalando escolhos, ventos e correntes. Um agradecimento muito especial pela sua amizade, competência profissional, dimensão humana e apoio constante.

Aos meus Pais a quem tudo devo e que me inculcaram o gosto pela descoberta e pela argumentação.

À Rute, pelo apoio precioso nesta “Viagem”, eliminando escolhos e lendo e revendo as várias versões deste “Diário de Bordo”.

A todos os professores e alunos que participaram empenhadamente e entusiasticamente nesta aventura, em especial às professoras a quem atribui os nomes Cristina, Amélia, Sónia, Júlia e Gabriela.

Ao João Pedro da Ponte, à Margarida César e à Céu Roldão pela sua amizade, pelas oportunidades de desenvolvimento pessoal e profissional que me proporcionaram e pelos comentários pertinentes aos “Instrumentos de Viagem” e ao “Diário de Bordo”.

A todos os elementos da Escola Superior de Educação de Santarém, por todo o apoio institucional e toda a amizade que me têm dedicado.

Aos meus colegas dos projectos “Interacção e Conhecimento”, “Desenvolvimento Profissional de Professores em Início de Carreira” e “Aprender a

ser Professor de Matemática e Ciências” pelos momentos de reflexão e aprendizagem em conjunto.

Ao PRODEP, ao Instituto de Inovação Educacional (medida 2 do SIQE — contrato nº 42/2000) e ao Centro de Investigação em Educação da FCUL por todo o apoio disponibilizado a esta “Viagem”.

A todas as pessoas – familiares, professores, colegas, alunos, amigos..., do presente e do passado – com quem tenho cruzado “Rotas” e que muito têm enriquecido a minha vida.

ÍNDICE

RESUMO	I
ABSTRACT	V
AGRADECIMENTOS	VII
ÍNDICE	IX
ÍNDICE DE FIGURAS E QUADROS	XIII
CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Contexto, problemática e relevância da investigação	1
1.2 As origens do estudo	5
1.3 Organização global do relato da investigação	7
CAPÍTULO 2 REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 Finalidades da educação científica: argumentos, tensões e <i>slogans</i>	11
2.1.1 Literacia científica	18
2.1.2 Ciência-tecnologia-sociedade	37
2.2 A educação em ciência e as questões sócio-científicas	48
2.2.1 Cidadania e questões sócio-científicas	48
2.2.2 A discussão como experiência educativa	52
2.2.3 A discussão de questões sócio-científicas controversas nas aulas de ciência	60
2.3 A educação em ciência e a compreensão da natureza da ciência	76
2.3.1 A compreensão da natureza da ciência como finalidade educacional	76
2.3.2 Concepções e práticas sobre a natureza da ciência	81
2.4 Conhecimento e desenvolvimento profissional dos professores	95
2.4.1 Conhecimento profissional do professor	95
2.4.2 Desenvolvimento profissional do professor	102
2.4.3 Dois exemplos de iniciativas de desenvolvimento profissional	113
2.5 Síntese	117
CAPÍTULO 3 METODOLOGIA	119

3.1	Introdução	119
3.1.1	Intenções	119
3.1.2	Questões de investigação	121
3.1.3	Abordagem metodológica	122
3.1.4	Preocupações com a validade da investigação	123
3.1.5	Pressupostos epistemológicos	125
3.1.6	Valores	127
3.1.7	Síntese das fases do projecto	127
3.2	Opções e procedimentos de carácter metodológico	129
3.2.1	Fase 1: Estudo do impacto das controvérsias sócio-científicas	129
3.2.2	Fase 2: Acção de desenvolvimento profissional	147
3.3	Cronograma do estudo	164
CAPÍTULO 4 OS ALUNOS E AS CONTROVÉRSIAS SÓCIO-CIENTÍFICAS		167
4.1	Introdução	167
4.2	Estudos de caso	168
4.2.1	O caso de Ana Margarida	168
4.2.2	O caso de Miguel	175
4.2.3	O caso de Jaime	185
4.2.4	O caso de Nídia	190
4.2.5	O caso de Ana Sofia	196
4.3	Análise global dos dados	203
4.3.1	Concepções sobre a natureza da ciência e da tecnologia	204
4.3.2	Concepções sobre o ensino e a aprendizagem das ciências	235
CAPÍTULO 5 OS PROFESSORES E AS CONTROVÉRSIAS SÓCIO-CIENTÍFICAS		245
5.1	Introdução	245
5.2	O caso de Cristina	246
5.2.1	Concepções sobre o conhecimento científico e tecnológico	248
5.2.2	Concepções sobre o ensino das Ciências da Terra e da Vida	250
5.2.3	Concepções sobre a discussão de assuntos controversos na sala de aula	253
5.2.4	Concepções sobre a formação contínua de professores	255
5.2.5	Prática de sala de aula	258
5.3	O caso de Amélia	264
5.3.1	Concepções sobre o conhecimento científico e tecnológico	266
5.3.2	Concepções sobre o ensino das Ciências da Terra e da Vida	269
5.3.3	Concepções sobre a discussão de assuntos controversos na sala de aula	272
5.3.4	Concepções sobre a formação contínua de professores	274

5.3.5 Prática de sala de aula	275
5.4 O caso de Sónia	282
5.4.1 Concepções sobre o conhecimento científico e tecnológico	284
5.4.2 Concepções sobre o ensino das Ciências da Terra e da Vida	286
5.4.3 Concepções sobre a discussão de assuntos controversos na sala de aula	288
5.4.4 Concepções sobre a formação contínua de professores	290
5.4.5 Prática de sala de aula	291
5.5 O caso de Júlia	296
5.5.1 Concepções sobre o conhecimento científico e tecnológico	297
5.5.2 Concepções sobre o ensino das Ciências da Terra e da Vida	299
5.5.3 Concepções sobre a discussão de assuntos controversos na sala de aula	302
5.5.4 Concepções sobre a formação contínua de professores	303
5.5.5 Prática de sala de aula	306
5.6 O caso de Gabriela	312
5.6.1 Concepções sobre o conhecimento científico e tecnológico	316
5.6.2 Concepções sobre o ensino das Ciências da Terra e da Vida	317
5.6.3 Concepções sobre a discussão de assuntos controversos na sala de aula	319
5.6.4 Concepções sobre a formação contínua de professores	320
5.6.5 Prática de sala de aula	321
5.7 Síntese	326
CAPÍTULO 6 A ACÇÃO DE DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL	333
6.1 Introdução	333
6.2 As opiniões das professoras participantes	335
6.2.1 Aspectos positivos	336
6.2.2 Aspectos negativos	340
6.2.3 Repercussões na actividade profissional	341
6.3 A opinião do avaliador externo	345
6.4 Potencialidades e limitações da acção	349
CAPÍTULO 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS, IMPLICAÇÕES E PROJECTOS FUTUROS	359
7.1 Considerações finais	359
7.1.1 Concepções dos alunos	360
7.1.2 Concepções e práticas dos professores	366
7.1.3 Desenvolvimento pessoal e profissional dos professores	372
7.2 Implicações	375
7.2.1 Implicações para a investigação sobre as concepções dos alunos acerca da NC	375
7.2.2 Implicações para o ensino das ciências nos níveis Básico e Secundário	376

7.2.3 Implicações para a formação inicial e contínua de professores	379
7.3 Do presente ao futuro	382
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	387
ANEXOS	423
Anexo 1 Questionário Q1	427
Anexo 2 Questionário Q2	431
Anexo 3 Guião da Entrevista EP1	435
Anexo 4 Guião da entrevista EP2	439
Anexo 5 Guião da entrevista EP3	443
Anexo 6 Guião para a discussão dos enredos das histórias de ficção científica	447
Anexo 7 Guião da entrevista EP4	451
Anexo 8 Relatório de avaliação da acção pelo consultor de formação	457

ÍNDICE DE FIGURAS E QUADROS

FIGURAS

Figura 1 Domínios do conhecimento do professor de ciências	98
Figura 2 Os componentes do conhecimento pedagógico de conteúdo para professores de ciências	100
Figura 3 Esquema da componente reflexiva da oficina de formação	151
Figura 4 Concepções dos alunos sobre a clonagem	213
Figura 5 Concepções dos alunos sobre o estudo do genoma humano	213
Figura 6 Caracterização dos enredos das histórias de ficção científica	216
Figura 7 Influências da ciência e da tecnologia sobre a sociedade	221
Figura 8 Influências da sociedade sobre a ciência e tecnologia	222
Figura 9 Características pessoais atribuídas aos cientistas	225
Figura 10 Motivações para a actividade dos cientistas	227
Figura 11 Local e materiais de trabalho dos cientistas	229
Figura 12 Nível de colaboração entre cientistas	230

QUADROS

Quadro 1 Breve caracterização dos professores e respectivas turmas	135
Quadro 2 Breve caracterização dos alunos retratados nos casos	136
Quadro 3 Dados recolhidos durante o estudo	137
Quadro 4 Palavras associadas aos termos “ciência” e “tecnologia”	206
Quadro 5 Questões sócio-científicas identificadas pelos alunos	208
Quadro 6 Fontes de esclarecimento sobre questões sócio-científicas	209
Quadro 7 Questões sócio-científicas discutidas nas aulas	210
Quadro 8 Utilidade atribuída pelos alunos à disciplina de CTV	236
Quadro 9 Expectativas relativamente aos professores de CTV	237
Quadro 10 Actividades mais adequadas à aprendizagem de CTV	238
Quadro 11 Aula ideal de CTV	239
Quadro 12 Aspectos positivos da oficina de formação	336
Quadro 13 Aspectos negativos da oficina de formação	340

“Compreender é tão importante para cada um de nós como é amar. É uma actividade que não se delega. Não deixamos ao Casanova a missão de amar. Não deixemos aos cientistas [a missão] de compreenderem em vez de nós.”

(Jacquard, 1985, p. 123)

“Não alinhes pelas opiniões que o insolente julga verdadeiras ou pretende que julgues verdadeiras, mas examina-as em si mesmas, pelo que elas são realmente.”

(Marco Aurélio, s.d., p. 38)

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTO, PROBLEMÁTICA E RELEVÂNCIA DA INVESTIGAÇÃO

Desde a revolução industrial até ao início da década de 70, assumiu-se frequentemente que a tecnologia conduzia automaticamente ao progresso e à melhoria da vida humana: aceitava-se a ideia de que tanto a ciência como a tecnologia representavam a solução para a maioria dos males da sociedade. Realmente, a tecnologia moderna permitiu aumentar as produções alimentar e energética e melhorar as condições de vida da população. No entanto, os custos ambientais e humanos têm-se tornado cada vez mais evidentes. Os acidentes em centrais nucleares, os desastres em indústrias químicas e os derrames acidentais de petróleo constituem exemplos reveladores da extrema vulnerabilidade da tecnologia a erros humanos ou a falhas técnicas. A exploração intensiva e irreflectida dos recursos naturais pela agricultura e pelas indústrias, a utilização massiva de pesticidas e fertilizantes, a acumulação do dióxido de carbono na atmosfera, a destruição da camada de ozono e a acumulação de resíduos tóxicos por todo o planeta constituem alguns dos impactos negativos das aplicações tecnológicas sobre o ambiente. A explosão demográfica, a desertificação humana das zonas rurais, o aumento das disparidades entre ricos e pobres, a concentração do poder político e económico, a febre consumista e a produção e utilização de armas químicas, biológicas e nucleares representam efeitos sociais graves da tecnologia.

Durante os últimos anos, à semelhança do que acontece em muitos outros países, a sociedade portuguesa tem sido agitada por múltiplas controvérsias sócio-científicas: a) a co-incineração de resíduos tóxicos em cimenteiras e a

consequente libertação para a atmosfera de substâncias perigosas; b) a eventual propagação da BSE (Encefalopatia Espongiforme Bovina) aos seres humanos através do consumo de carne de vaca; c) os potenciais efeitos negativos da radiação emitida pelos telemóveis; d) os possíveis efeitos negativos da construção de barragens e da instalação de aterros sanitários em determinadas zonas do país; e e) a utilização de hormonas e de antibióticos na produção animal. Estas situações têm desencadeado reacções fortes na população portuguesa – medo, revolta, contestação – e suscitado tensões sociais entre direitos individuais e objectivos sociais, prioridades políticas e valores ambientais, interesses económicos e preocupações relativamente à saúde.

Todas estas reacções e tensões sociais agravam-se perante a crescente obscuridade e complexidade da ciência que ameaça os direitos dos cidadãos e a crescente importância dos especialistas na tomada de decisões que limita a democraticidade do processo (Nelkin, 1992). Simultaneamente, os meios de comunicação social exploram estas controvérsias, através de notícias sensacionalistas, frequentemente mais preocupadas com índices de audiência do que com a informação do público. Consequentemente, os protestos dos cidadãos surgem muitas vezes associados a exigências de um maior esclarecimento acerca dos vários aspectos dos assuntos em questão que lhes permita reconhecer o que está em causa em determinada controvérsia, alcançar uma opinião informada e participar em discussões, debates e processos de tomada de decisão.

Alguns estudos têm revelado que a imagem pública da ciência é determinada pelas questões sócio-científicas mais recentes (Thomas, 1997). Logo, todas estas controvérsias, para além de terem desencadeado reacções e tensões na população portuguesa, devem ter influenciado as suas concepções sobre a ciência e a tecnologia e, consequentemente, os seus pensamentos, discursos e decisões sobre questões sócio-científicas. O estudo do impacto das questões sócio-científicas nas concepções dos cidadãos acerca da natureza da ciência torna-se especialmente importante e relevante no que respeita aos professores de ciências, dadas as eventuais repercussões nas suas práticas de sala de aula e nas concepções dos seus alunos acerca do que é a ciência. Parte-se do princípio que os professores –

através das ideias que veiculam, das estratégias que implementam e da forma como abordam estas controvérsias nas aulas – podem ter um impacto considerável nas concepções que os seus alunos constroem acerca da ciência.

Dada a pertinência e a relevância desta temática, a investigação que se descreve neste trabalho pretendeu estudar o eventual impacto das controvérsias recentes em torno de questões científicas e tecnológicas – divulgadas pelos meios de comunicação social – na prática pedagógica de um grupo de professores de Ciências da Terra e da Vida e nas concepções destes professores e dos seus alunos sobre a natureza, o ensino e a aprendizagem das ciências. As controvérsias referidas neste estudo (questões sócio-científicas) não se resumem a disputas académicas internas e restritas à comunidade científica (por exemplo, entre os apoiantes de teorias e modelos científicos concorrentes) consistindo sim, em questões relativas às interações entre ciência, tecnologia e sociedade (nomeadamente, as polémicas despoletadas pelos eventuais impactos sociais de inovações científicas e tecnológicas), que dividem tanto a comunidade científica como a sociedade em geral, e para as quais diferentes grupos de cidadãos propõem explicações e tentativas de resolução incompatíveis, baseadas em valores alternativos. Estas questões sócio-científicas possuem uma natureza contenciosa, podem ser analisadas segundo diferentes perspectivas, não conduzem a conclusões simples e envolvem, frequentemente, uma dimensão moral e ética (Sadler e Zeidler, 2004).

O estudo desta problemática foi orientado pelas seguintes questões de investigação:

1. Como é que um grupo de professores de Ciências da Terra e da Vida e os seus alunos interpretam as controvérsias recentes em torno de questões científicas e tecnológicas divulgadas pelos meios de comunicação social?
2. Qual o impacto dessas controvérsias nas concepções que estes professores e os seus alunos têm acerca da ciência e da tecnologia?
3. Qual o impacto dessas controvérsias nas concepções acerca do ensino e da aprendizagem e na prática pedagógica deste grupo de professores?

4. Que factores facilitam ou dificultam a utilização, por parte destes professores, da discussão de assuntos controversos – associados a questões científicas e tecnológicas actuais – como abordagem para o ensino das ciências?
5. Quais as potencialidades de um tipo de acção de formação – privilegiando a reflexão sobre a prática de ensino dos participantes e a aprendizagem vivencial, colaborativa e centrada em problemas – no desenvolvimento profissional deste grupo específico de professores, nomeadamente, no que respeita à construção do conhecimento didáctico necessário à concepção e implementação de actividades de discussão de assuntos controversos nas suas aulas de Ciências da Terra e da Vida?

Em Portugal, esta investigação torna-se particularmente significativa num período (2002-2003) marcado por diversas controvérsias relacionadas com ciência e tecnologia (por exemplo, a utilização de antibióticos na produção animal, a clonagem de tecidos humanos, os alimentos geneticamente modificados e os efeitos nefastos da radiação emitida pelos telemóveis) e pela implementação de novos currículos de ciências no Ensino Básico e Secundário, que apelam à discussão de temas científicos e tecnológicos polémicos e actuais como forma de preparar os alunos para uma participação activa e fundamentada na sociedade (Galvão, 2001; Galvão e Abrantes, 2002; Ministério da Educação, 2001b). Cumulativamente, têm sido apresentadas evidências de que a discussão de questões sócio-científicas pode revelar-se positiva na aprendizagem dos conteúdos, dos processos e da natureza da ciência e da tecnologia e no desenvolvimento cognitivo, social, político, moral e ético dos alunos (Hammerich, 2000; Millar, 1997; Nelkin, 1992; Reis, 1997a, 1999a; Reis e Pereira, 1998; Zeidler e Lewis, 2003).

Este estudo surge no seguimento de uma linha de investigação e de intervenção, centrada na utilização da discussão de assuntos controversos no ensino das ciências, iniciada em 1995 (Reis, 1997a, 1997b). Desde essa data, o conjunto de investigações realizadas evidenciou potencialidades deste tipo de actividades na construção de conhecimentos sobre a ciência (substantivos,

processuais e epistemológicos) e no desenvolvimento cognitivo, social, afectivo e ético dos alunos (Reis, 1997a, 1999a, 1999b, 2001, 2003a; Reis e Pereira, 1998). No entanto, verificou-se, ainda, que a realização destas actividades não constitui uma prática comum nas aulas de ciências, o que poderá comprometer a implementação dos novos currículos de ciências fortemente centrados na discussão de questões sócio-científicas actuais. Esta constatação salienta a importância e a relevância do estudo dos factores que condicionam positiva e negativamente a implementação de actividades de discussão de assuntos controversos nas aulas de ciências. A identificação e compreensão destes factores revelam-se decisivas para a concepção e implementação de processos de intervenção capazes de proporcionar aos professores a confiança, a motivação e o conhecimento didáctico necessários à utilização de actividades desta natureza.

1.2 AS ORIGENS DO ESTUDO

As raízes deste estudo penetram bem fundo na história familiar do investigador, marcada pelo contacto com diferentes culturas (de quatro continentes) e pela diversidade de opiniões e de orientações políticas. Desde muito cedo, foi iniciado pelos seus pais numa cultura familiar que, influenciada pelos ideais do livre pensamento, sempre privilegiou o conhecimento, a discussão, o debate e a argumentação. É sua profunda convicção que esta cultura teve impactos profundos no seu desenvolvimento como ser humano, nomeadamente, nas suas dimensões cognitiva, afectiva, social e moral.

O particular interesse do investigador pela dimensão controversa da ciência e da tecnologia, em especial pelas implicações dos novos avanços na área da genética e da biotecnologia, manifestou-se na sua adolescência suscitado pelos filmes e novelas de ficção científica e esteve na base da opção por um curso na área de Biologia. Desde então, tanto na sua formação inicial e pós-graduada como na sua carreira profissional (primeiro como professor de Biologia e Geologia no Ensino Básico e Secundário; posteriormente como professor do Ensino Superior)

tem dedicado uma atenção especial a estas temáticas. Durante os últimos dez anos, a discussão de questões sócio-científicas tem ocupado um espaço privilegiado nas acções de formação inicial e contínua de professores que tem desenvolvido, em virtude das potencialidades desta metodologia (constatadas ao longo da sua actividade como docente e investigador) na promoção da literacia científica, nomeadamente, na aprendizagem dos conteúdos, dos processos e da natureza da ciência e da tecnologia e no desenvolvimento cognitivo, social, político, moral e ético dos cidadãos.

O gosto do investigador pela inovação não se restringe aos temas científicos e tecnológicos que privilegia nas suas aulas, traduzindo-se também em práticas de sala de aula onde se experimentam e avaliam frequentemente novas abordagens e novas tecnologias (nomeadamente, as tecnologias de informação e comunicação). Ao longo da sua actividade docente, a componente investigativa e reflexiva surgiu como um elemento importante do seu desenvolvimento pessoal e profissional, proporcionando conhecimentos preciosos que têm sido constantemente integrados na sua prática de sala de aula.

Um marco extremamente importante no percurso pessoal e profissional do investigador (e que contribuiu decisivamente para este estudo) consistiu na sua integração no Centro de Investigação em Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa e nas equipas dos projectos de investigação “Desenvolvimento Profissional de Professores em Início de Carreira”, “Aprender a ser Professor de Matemática e Ciências” (ambos coordenados por João Pedro da Ponte) e “Interacção e Conhecimento” (coordenado por Margarida César). A participação nestes projectos tem-se revelado decisiva no desenvolvimento, tanto das suas competências investigativas e reflexivas como dos seus conhecimentos sobre o desenvolvimento profissional de professores e o papel das interacções sociais na apropriação de conhecimentos, mobilização de competências e promoção da auto-estima. Muitos destes conhecimentos e capacidades constituem os alicerces do presente estudo.

1.3 ORGANIZAÇÃO GLOBAL DO RELATO DA INVESTIGAÇÃO

O relato da investigação divide-se em nove secções: sete capítulos, uma lista das referências bibliográficas e um conjunto de anexos.

O capítulo 1 corresponde à *Introdução* e inclui a contextualização do estudo, a justificação da sua relevância, as motivações pessoais do investigador que constituíram a génese deste trabalho, a problemática e as questões da investigação e uma descrição do conteúdo de cada uma das secções que compõem a dissertação.

O capítulo 2 apresenta o *Referencial Teórico* que serviu de base à investigação e divide-se em quatro sub-capítulos. No primeiro sub-capítulo – *Finalidades da educação científica: Argumentos, tensões e slogans* – discutem-se os diversos argumentos invocados na justificação de uma educação científica alargada a toda a população e alguns dos *slogans* específicos que têm sido mais utilizados com o objectivo de mobilizar a sociedade em torno de determinadas ideias e propostas de mudança relativamente à educação em ciência: “literacia científica” e “ciência-tecnologia-sociedade”. Apresentam-se diferentes definições do conceito de literacia científica, os diversos elementos que as caracterizam e as propostas dos seus autores no sentido de as operacionalizarem através da educação formal e não-formal. Quanto ao movimento “ciência-tecnologia-sociedade”, referem-se as suas finalidades, os seus princípios orientadores e as diferentes abordagens propostas para a sua concretização (nomeadamente, os conteúdos e as metodologias que privilegiam). No segundo sub-capítulo – *A educação em ciência e as questões sócio-científicas* – defende-se a importância da discussão de questões sócio-científicas como experiência de aprendizagem adequada à construção de conhecimentos sobre os conteúdos, os processos e a natureza da ciência e da tecnologia e ao desenvolvimento cognitivo, social, político, moral e ético dos alunos. Apresentam-se resultados de investigação que evidenciam as potencialidades da discussão, em geral, e da discussão de questões controversas, em particular, discutindo-se os factores que dificultam a incorporação deste tipo de interacção na prática lectiva. O terceiro sub-capítulo – A

educação em ciência e a compreensão da natureza da ciência – inclui uma discussão dos benefícios culturais, educacionais e científicos do ensino acerca da natureza da ciência e os resultados de diversas investigações sobre esta temática, nomeadamente: a) das concepções de alunos e professores acerca da natureza do empreendimento científico; b) dos factores que contribuem para estas concepções; c) das relações entre as concepções e a prática lectiva dos professores; e d) dos factores que afectam a coerência entre as concepções e a prática lectiva dos professores. O quarto sub-capítulo – *Conhecimento e desenvolvimento profissional dos professores* – discute a natureza, o conteúdo e a estrutura do conhecimento profissional dos professores de ciências, bem como diversas estratégias adequadas ao seu desenvolvimento. Inclui, ainda, dois exemplos de acções de desenvolvimento profissional (destinadas a promover a construção de conhecimento didáctico, pedagógico e de conteúdo disciplinar necessário ao ensino da natureza da ciência) que articulam algumas das estratégias previamente discutidas.

O capítulo 3, correspondente à *Metodologia*, descreve e fundamenta as opções e os procedimentos de carácter metodológico das duas fases da investigação. Apresenta, também, as intenções, os pressupostos de natureza epistemológica e os valores subjacentes à globalidade do estudo e um cronograma de todo o processo investigativo.

Os capítulos 4, 5 e 6 apresentam e discutem os resultados do estudo. O capítulo 4 – *Os alunos e as controvérsias sócio-científicas* – reúne evidências das concepções dos alunos sobre: a) a natureza da ciência; b) as questões controversas relacionadas com ciência e tecnologia divulgadas pelos meios de comunicação social; e c) o ensino e a aprendizagem das ciências. Divide-se em dois sub-capítulos: o primeiro é constituído por cinco estudos de caso centrados, cada um, num aluno de uma das turmas envolvidas na investigação; o segundo apresenta a análise global das informações provenientes do conjunto dos alunos participantes no estudo. O capítulo 5 – *Os professores e as controvérsias sócio-científicas* – é constituído por cinco estudos de caso centrados, cada um deles, no trabalho desenvolvido por uma professora do 11º grupo B (Biologia e Geologia) numa das suas turmas de Ciências da Terra e da Vida do 11º ano. Neste

capítulo, discute-se o eventual impacto de controvérsias recentes em torno de questões científicas e tecnológicas divulgadas pelos meios de comunicação social nas suas concepções acerca da natureza, do ensino e da aprendizagem das ciências e na prática pedagógica implementada por essas professoras. O capítulo 6 – *A acção de desenvolvimento profissional* – apresenta e discute os resultados da segunda fase do estudo, ou seja, da realização de uma oficina de formação destinada a um grupo de professores de Biologia e Geologia (nomeadamente, aos participantes na primeira fase da investigação).

Por fim, no capítulo 7 apresentam-se as *Considerações Finais* do estudo, estabelecidas a partir da triangulação dos resultados e do seu cruzamento com a fundamentação teórica. Nesta secção, discutem-se algumas implicações educativas dos resultados obtidos e sugerem-se linhas de investigação futuras.

CAPÍTULO 2

REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 FINALIDADES DA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA: ARGUMENTOS, TENSÕES E SLOGANS

Desde o século XIX têm proliferado os apelos, de proveniências distintas (políticos, empregadores, cientistas, educadores, meios de comunicação social...), no sentido de uma educação científica alargada a toda a população. As razões apontadas para tal alargamento têm variado de acordo com o contexto social e político da época e as percepções de cada um daqueles sectores da sociedade relativamente às finalidades dessa educação (DeBoer, 2000; Freire, 1993). Actualmente, o conhecimento da ciência pela população – ciência para todos – é um objectivo de muitos países, expresso através dos seus currículos de ciências (Fensham, 1997) e de inúmeras iniciativas como a revitalização dos museus, a realização de colóquios e debates, o alargamento do espaço destinado à ciência nos meios de comunicação social e a organização de grandes exposições e feiras de ciência (Queiroz, 1998). De acordo com vários autores, os argumentos mais referidos pela literatura das últimas décadas, para justificar uma educação científica alargada a todos os alunos, são de natureza económica, utilitária, cultural, democrática e moral (Millar, 2002; Osborne, 2000; Thomas e Durant, 1987; Wellington, 2001).

De acordo com o argumento económico, a educação científica deve assegurar um fluxo constante de engenheiros e cientistas capazes de garantirem o desenvolvimento científico e tecnológico e, consequentemente, a prosperidade económica e a competitividade internacional do seu país. Segundo esta perspectiva, comum desde o século XIX, o ensino das ciências deverá proporcionar uma

preparação pré-profissional e seleccionar os alunos mais aptos para uma carreira científica; os restantes alunos acabam por beneficiar deste ensino, ficando melhor preparados para as exigências de um mercado de trabalho onde a ciência e a tecnologia assumem uma importância crescente. Na opinião de alguns autores, este argumento, apesar de válido, suscita alguns problemas (Aikenhead, 2002; Osborne, 2000). Em primeiro lugar, até que ponto será lícito sujeitar todos os alunos a um currículo de ciência concebido (em termos de objectivos, conteúdos e metodologias) de acordo com as características do pequeno grupo que irá prosseguir estudos e, eventualmente, uma carreira na área da ciência. Para estes alunos, o currículo convencional de ciência é pouco relevante para as suas vidas actuais ou futuras (Hodson, 1998; Layton, Jenkins, Macgill e Davey, 1993; Millar e Osborne, 1998). Em segundo lugar, a investigação tem revelado que até mesmo os alunos mais inteligentes e criativos são desencorajados por currículos aborrecidos e irrelevantes, acabando por desistir de uma carreira científica (Solomon, 1993). Em terceiro lugar, estudos recentes sobre o trabalho dos cientistas sugerem que o conhecimento de ciência necessário à sua actividade, para além de ser bastante específico do contexto em que investigam, representa apenas um dos muitos requisitos necessários à sua profissão (Coles, 1998, citado por Osborne, 2000). Pelo contrário, vários outros requisitos considerados importantes pelos cientistas inquiridos nesse estudo (capacidades de análise e interpretação de dados, de trabalho em equipa e de comunicação fluente) são pouco valorizados pelos currículos actuais, marcados por uma grande ênfase factual.

O argumento utilitário defende que a educação científica deve proporcionar conhecimentos e desenvolver capacidades e atitudes indispensáveis à vida diária dos cidadãos. De acordo com este argumento, qualquer cidadão necessita: a) conhecimentos científicos (nomeadamente, sobre electricidade, fricção, anatomia e fisiologia humanas, saúde e doença, microbiologia e fotossíntese) que permitam uma experiência informada e inteligente com o mundo natural e a utilização dos artefactos e processos tecnológicos com que se depara no dia-a-dia; b) capacidades intelectuais indispensáveis à resolução de problemas da vida diária (por exemplo, analisar e interpretar dados, prever e formular hipóteses); e c)

atitudes ou disposições úteis na vida diária e no trabalho (nomeadamente, uma forma racional e analítica de pensar, intuição, curiosidade e cepticismo). Contudo, segundo alguns autores, este argumento apresenta algumas falhas e, como tal, não deveria ser utilizado por professores ou gestores curriculares. Em primeiro lugar, e de acordo com Osborne (2000), numa sociedade tecnologicamente avançada a educação científica não tem grande impacto na capacidade dos alunos utilizarem artefactos tecnológicos. A sofisticação crescente dos artefactos (máquinas de lavar, computadores, gravadores de vídeo, etc.) simplificou imenso a sua utilização, ao ponto de apenas requerer capacidades mínimas, limitando-se a reparação de qualquer avaria à intervenção de especialistas. Logo, o cidadão comum não necessita de conhecimentos de ciência para trabalhar com a maioria dos artefactos. Em segundo lugar, o conjunto de conhecimentos e de capacidades necessário para o mercado de trabalho, além de ser difícil de estabelecer, sofre mutações constantes (Wellington, 1994, 2001). Assim, o que é considerado necessário hoje, poderá tornar-se obsoleto daqui a alguns anos. Em terceiro lugar, não existe qualquer garantia de que os conhecimentos de ciência apropriados na escola sejam aplicados na vida real, existindo mesmo alguns resultados de investigação contrários a esta assunção (Hodson, 1998). Para que tal possa acontecer, torna-se necessário um ensino de ciência que destaque a aplicabilidade e a relevância desses conteúdos e capacidades para a vida dos alunos, o que não acontece frequentemente.

Segundo o argumento cultural, a ciência constitui um aspecto marcante da nossa cultura que todos os cidadãos devem ter oportunidade e capacidade de apreciar e, como tal, merece um espaço no currículo. Desde a segunda metade do século XIX, considera-se que um indivíduo culto e bem informado deve possuir, por exemplo, algum conhecimento sobre o funcionamento do mundo natural, a forma científica de pensar e o efeito da ciência na sociedade. De acordo com este argumento, numa sociedade em que os temas de ciência ocupam um espaço crescente nos meios de comunicação social, a educação científica deve promover a compreensão deste empreendimento e do grande feito e da luta árdua que representa, o que implicará: a) alguns conhecimentos sobre história da ciência,

ética da ciência, argumentação em ciência e controvérsia científica; e b) uma ênfase maior na dimensão humana e menor na ciência como corpo de conhecimento. Contudo, por vezes, perante o crescimento de uma atitude anti-ciência entre a população, este argumento assume uma dimensão mais propagandística do que informativa e formativa: a ciência e a tecnologia são apresentadas como empreendimentos que conduzem inevitavelmente ao progresso e ao bem-estar da humanidade, sem uma discussão que contemple tanto as suas potencialidades como as suas limitações (Queiroz, 1998). Outras vezes, assume-se que a literacia científica da população se traduzirá num apoio incondicional ao desenvolvimento da ciência e da tecnologia. No entanto, uma sociedade cientificamente literada dificilmente irá apoiar a ciência de forma acrítica. Várias situações mais ou menos recentes (por exemplo, os desastres de Chernobyl e de Bhopal, a crise das “vacas loucas” e os efeitos negativos sobre a saúde pública de alguns medicamentos e aditivos alimentares) têm informado a população relativamente aos limites e incertezas da ciência e da tecnologia, bem como das suas relações estreitas com a política e a economia. Logo, provavelmente, um aumento da literacia científica traduzir-se-á numa maior divisão e ambivalência das atitudes da população relativamente à ciência e às suas aplicações (Thomas, 1997).

O argumento democrático, bastante utilizado nos documentos mais recentes, propõe uma educação científica para todos como forma de assegurar a construção de uma sociedade mais democrática, onde todos os cidadãos se sintam capacitados para participar de forma crítica e reflexiva em discussões, debates e processos decisórios sobre assuntos de natureza sócio-científica (AAAS, 1989; Désautels e Larochelle, 2003; Comissão Europeia e Fundação Calouste Gulbenkian, 1995; Galvão, 2001; Millar e Osborne, 1998; SCCC, 1996; Silva, Emídio e Grilo, 1988). A sociedade actual, marcada por dilemas morais e políticos suscitados pelo crescimento científico e tecnológico, só será verdadeiramente democrática quando as decisões sobre as opções científicas e tecnológicas deixarem de ser entendidas como responsabilidade exclusiva de especialistas, de governos nacionais ou instâncias internacionais (Queiroz, 1998). A ignorância e o medo da ciência e da tecnologia podem escravizar os cidadãos na servidão do século XXI, tornando-os

estranhos na sua própria sociedade e completamente dependentes da opinião de especialistas (Prewitt, 1983). Os cidadãos necessitam, simultaneamente: a) de estar conscientes das eventuais implicações sociais, económicas, políticas e ambientais de determinadas opções como, por exemplo, a introdução de organismos geneticamente modificados nos ecossistemas, a co-incineração de resíduos tóxicos em cimenteiras e a utilização de hormonas e antibióticos na pecuária; b) de desenvolver as competências necessárias à sua avaliação; e c) de conhecer as melhores formas de influenciar (de forma inteligente, responsável e democrática) as decisões políticas relativas a estes temas. Devem, ainda, possuir os conhecimentos e as capacidades indispensáveis à compreensão e à análise crítica das notícias sobre ciência e tecnologia divulgadas pelos meios de comunicação social. Assim, de acordo com este argumento, a educação científica deverá promover uma compreensão básica da ciência (nomeadamente, de como os cientistas trabalham e decidem o que é ciência legítima) e o desenvolvimento de uma atitude mais crítica que reconheça, simultaneamente, as potencialidades, as limitações e os comprometimentos ideológicos do empreendimento científico. Contudo, a prática corrente da educação em ciência promove a conformidade relativamente ao conhecimento autorizado e ao discurso científico, encorajando os alunos a procurarem a aprovação de uma autoridade legitimada para validar as suas acções, em vez de os implicar em discurso crítico e democrático (Désautels e Larochelle, 2003; Roth e Lee, 2002). Para além disso, a dificuldade de participação dos cidadãos em processos de discussão de questões sócio-científicas torna-se cada vez mais notória devido ao crescimento e especialização exponencial do conhecimento científico e à consequente dependência relativamente aos pareceres dos especialistas. Alguns autores chegam ao ponto de considerar que a complexidade científica de muitas destas questões torna este objectivo impraticável, devendo as decisões sobre questões de base científica ficar a cargo de especialistas (Shamos, 1995).

De acordo com o argumento moral, a educação científica permite o contacto com a prática científica e com todo um conjunto de normas, de obrigações morais e de princípios éticos a ela inerentes, úteis à sociedade em geral. No entanto, alguns

autores discordam deste argumento chamando a atenção para a inexistência de evidências de que os cientistas adiram a estas normas (em contextos interiores e exteriores à ciência) mais do que qualquer outro grupo social (Barnes e Dolby, 1970).

Em Portugal, alguns destes argumentos são claramente perceptíveis na Lei de Bases do Sistema Educativo (Assembleia da República, 1986) que define as grandes finalidades do sistema educativo em geral e, consequentemente, da educação em ciência. A Lei de Bases do Sistema Educativo realça, nos seus princípios gerais, o papel da educação na “formação de cidadãos livres, responsáveis, autónomos e solidários”, “capazes de julgarem com espírito crítico e criativo o meio social em que se integram e de se empenharem na sua transformação progressiva” (pontos 4 e 5, respectivamente). No artigo relativo aos princípios organizativos, estabelece que o sistema educativo se deve organizar de forma a “desenvolver a capacidade para o trabalho e proporcionar, com base numa sólida formação geral, uma formação específica para a ocupação de um justo lugar na vida activa”. Neste mesmo documento, os argumentos democrático, económico e cultural são evidentes em alguns dos objectivos propostos para os níveis de ensino Básico e Secundário (Art.^{os} 7º e 9º), nomeadamente: “Proporcionar a aquisição de atitudes autónomas, visando a formação de cidadãos civicamente responsáveis e democraticamente intervenientes na vida comunitária” (Ensino Básico) e “Assegurar o desenvolvimento do raciocínio, da reflexão e da curiosidade científica e o aprofundamento dos elementos fundamentais de uma cultura humanística, artística, científica e técnica que constituam suporte cognitivo e metodológico apropriado para o eventual prosseguimento de estudos e para a inserção na vida activa” (Ensino Secundário). Mais recentemente, o Currículo Nacional para o Ensino Básico destaca o papel da educação em ciência na preparação dos indivíduos: a) para um mercado de trabalho caracterizado pela insegurança e transitoriedade (através do desenvolvimento, por exemplo, de capacidades de comunicação e de aprendizagem ao longo da vida); e b) para a compreensão e o acompanhamento de debates sobre temas científicos e tecnológicos e suas implicações sociais (Ministério da Educação, 2001a). Este último argumento também é realçado no Programa de Biologia e

Geologia para os 10º e 11º anos do Curso Geral de Ciências Naturais (Ministério da Educação, 2001b). Na introdução geral sublinha-se a importância deste currículo “na construção de cidadãos mais informados, responsáveis e intervenientes” capazes de “desempenharem o seu papel no seio da democracia participada” e de “garantirem a liberdade e o controlo sobre os abusos de poder e sobre a falta de transparência nas decisões políticas” (p. 4). De acordo com a introdução da componente de Biologia deste currículo, “a liberdade de formular opções (éticas, sócio-económicas e políticas) depende, entre outros aspectos, do grau de literacia biológica do cidadão” (p. 65).

Desde o século XIX, a discussão das finalidades da educação em ciência, tanto em Portugal como no estrangeiro, tem sido marcada por tensões entre os defensores destes diferentes argumentos (económicos, utilitários, culturais, democráticos e morais). Wellington (2001) refere algumas delas:

1. A tensão entre aqueles que justificam a educação científica pelo seu valor intrínseco (o conhecimento científico é um produto cultural de grande beleza, interesse e poder intelectual que ajuda a satisfazer a curiosidade humana acerca do mundo natural) e os que o fazem pelo seu valor extrínseco (preparação para a vida, o trabalho ou a economia).
2. A tensão entre a intenção de preparar futuros cientistas e a de promover uma literacia científica para todos os alunos.
3. A tensão entre os defensores de um ensino da ciência como corpo de conhecimentos e os que propõem o ensino dos processos e métodos da ciência. Este debate centra-se, frequentemente, no carácter efémero do conhecimento factual e no carácter mais perene das capacidades e dos processos.
4. A tensão entre as propostas de uma educação científica académica (percecionada como de elevado estatuto) e de uma educação científica vocacional mais relevante (de menor estatuto). Esta tensão está estreitamente ligada às tensões 1 e 2.

5. A tensão entre os defensores de um ensino da ciência centrado em conhecimento substantivo e os defensores de um ensino da ciência através das suas aplicações e consequências morais, sociais e ambientais. Este debate centra-se, por exemplo, (a) na necessidade de um ensino de ciência mais relevante, que destaque as suas aplicações, e (b) nas diferenças entre uma “educação *em* ciência” (marcada pelo conhecimento substantivo e preocupada com uma minoria da população – os cientistas), uma “educação *sobre* ciência” (com ênfase no desenho dos processos metodológicos de questionamento, experimentação e validade do conhecimento) e uma “educação *pela* ciência” (concebida para todos os alunos e preocupada com o desenvolvimento de conhecimentos, capacidades e atitudes considerados necessários ao exercício da cidadania).

Durante os últimos 50 anos, as conjunturas nacionais e internacionais e as motivações e os interesses de forças internas e externas à ciência têm (re)suscitado periodicamente estas tensões e originado propostas de política educativa que oscilam entre aqueles pólos. Algumas destas propostas têm recorrido a *slogans* específicos com o objectivo de mobilizar o maior número de cidadãos (decisores políticos, cientistas, educadores em ciência, meios de comunicação social, encarregados de educação, alunos, etc.) em torno das ideias que defendem e das mudanças que propõem. Entre os *slogans* mais divulgados, dois destacam-se pelo seu grande impacto na área da educação científica: “literacia científica” e “ciência-tecnologia-sociedade”.

2.1.1 Literacia Científica

Progressivamente, desde o seu aparecimento nos anos 50 do século XX (Conant, 1947, Hurd, 1958), o termo “literacia científica” passou a ser utilizado como sinónimo de “finalidades da educação científica” (Hodson, 1998; Shamos, 1995). A partir dos anos 80 do século XX, este *slogan* espalha-se por todo o mundo

associado ao *slogan* de “ciência para todos” defendido pela UNESCO e por vários países (AAAS, 1989; SRC, 1984; UNESCO, 1983). Durante os últimos anos, a promoção da literacia científica tornou-se uma finalidade principal para os educadores em ciência (Kolstoe, 2000). No entanto, apesar desse termo representar um objectivo universalmente desejado e aceite, o seu significado não é claro (DeBoer, 2000; Eisenhart et al., 1996; Galbraith et al., 1997; Hodson, 1998; Jenkins, 1990). Segundo Shamos (1995), o facto do objectivo “literacia científica” nunca ter sido claramente definido em termos operacionais poderá estar na base do relativo insucesso dos educadores em alcançá-lo: “Actualmente, o objectivo da ‘literacia científica’ tornou-se praticamente sinónimo de ensino das ciências apesar da sua definição se manter vaga e de se desconhecerem os métodos para o alcançar” (p. 158).

Contudo, Jenkins (1997a) acredita que o facto da literacia científica constituir um *slogan* e não uma prescrição para a acção deve ser entendido como um aspecto positivo. Os *slogans* (expressão que, segundo este autor, deriva das palavras gaélicas *sluagh* e *gairm*, ou seja, “exército” e “grito”) continuam a ser invocados como gritos de reagrupamento de forças no sentido da obtenção e da alteração de ideias, servindo como meio de angariação de apoio político, educacional, social ou financeiro sem o inconveniente de ter que se explicar o significado dos termos envolvidos. Durante as últimas décadas, o *slogan* da literacia científica tem sido utilizado pelos educadores em ciência de todo o mundo para orientar o desenvolvimento curricular e as práticas de sala de aula (Aikenhead, 2002). Na opinião de Jenkins, é precisamente a imprecisão e a ambiguidade dos *slogans* que lhes conferem um papel significativo no desencadeamento de mudanças: o estatuto de *slogan* permite que se possam atribuir múltiplos significados e interpretações ao termo literacia científica, de acordo com as diferentes épocas e contextos em que é utilizado. Os *slogans* aparecem e desaparecem à medida que as realidades sociais mudam ao longo do tempo (Aikenhead, 2002).

Ao longo dos últimos 50 anos, um pouco por todo o mundo, têm sido apresentadas múltiplas definições de literacia científica centradas em diferentes aspectos. Já em 1987, Thomas e Durant, através de uma análise de literatura

publicada até esse momento, conseguiam identificar oito aspectos distintos incluídos na noção de literacia científica:

1. Uma apreciação da natureza, dos objectivos e das limitações gerais da ciência e um conhecimento básico da abordagem científica no que respeita, por exemplo, a (1) racionalidade de argumentos, (2) capacidade de generalizar, sistematizar e extrapolar, e (3) papéis da teoria e da observação.
2. Uma apreciação da natureza, dos objectivos e das limitações da tecnologia e de como estes diferem da ciência.
3. Um conhecimento do funcionamento da ciência e da tecnologia, nomeadamente, de aspectos como o financiamento da investigação, as convenções da prática científica e as relações entre investigação e desenvolvimento.
4. Uma apreciação das inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade, incluindo o papel social dos cientistas e técnicos como especialistas e a estrutura de uma tomada de decisões relevante.
5. Um conhecimento geral da linguagem e de alguns constructos-chave da ciência.
6. A capacidade básica de interpretação de dados numéricos, nomeadamente, probabilísticos e estatísticos.
7. A capacidade de assimilação e de utilização de informação técnica e dos produtos da tecnologia.
8. Alguma ideia sobre as possíveis fontes de informação e de aconselhamento sobre questões relacionadas com ciência e tecnologia.

De acordo com uma análise realizada por Bisanz, Bisanz, Korpan e Zimmerman (1996), apesar desta multiplicidade de aspectos, é possível identificar três elementos comuns às diferentes definições de literacia científica: a) a familiaridade com factos, conceitos e processos científicos; b) o conhecimento de

métodos e de procedimentos de investigação científica; e c) a compreensão do papel da ciência e da tecnologia na sociedade.

Numa das primeiras tentativas de clarificação, bastante centrada em conhecimentos, Pella e seus colaboradores (1966) sugeriram que a literacia científica envolve a compreensão: a) de conceitos básicos da ciência; b) da natureza da ciência; c) da ética que controla o cientista no seu trabalho; d) das inter-relações da ciência e da sociedade; e) das inter-relações da ciência e das humanidades; e f) das diferenças entre ciência e tecnologia. Alguns anos mais tarde, Klopfer (1985) propõe uma definição envolvendo uma articulação equilibrada de conhecimentos, capacidades e atitudes, nomeadamente: a) conhecimento de factos, conceitos, princípios e teorias significativas; b) capacidade de aplicar conhecimentos relevantes sobre ciência a situações do dia-a-dia; c) capacidade de utilizar os processos do inquérito científico; d) compreensão de ideias gerais sobre as características da ciência e das suas interações com a tecnologia e a sociedade; e e) desenvolvimento de atitudes e interesses esclarecidos relacionados com a ciência.

O documento *Science for all americans: Project 2061*, produzido pela *American Association for the Advancement of Science*, em 1989, reforça a importância da interrelação do conhecimento, da diminuição da ênfase em informação pormenorizada e de uma maior ênfase na promoção de capacidades de pensamento. Aponta como objectivos a alcançar, tendo em vista a literacia científica: a) a familiarização com o mundo natural e o reconhecimento da sua diversidade e unicidade; b) a compreensão de conceitos e princípios chave da ciência; c) a tomada de consciência da dependência entre ciência, matemática e tecnologia; d) o conhecimento da ciência, da matemática e da tecnologia como empreendimentos humanos com potencialidades e limitações; e) a promoção da capacidade de pensar de forma científica; e f) a utilização de conhecimentos e de formas de pensamento científicos para objectivos individuais e colectivos. Este documento atribui especial importância a dois aspectos da literacia científica. O primeiro diz respeito ao desenvolvimento dos conhecimentos e das capacidades necessários à compreensão das ideias, pretensões e acontecimentos com que os

cidadãos são confrontados no seu dia-a-dia, de forma a assegurar o que vários autores designam por “independência intelectual” (Aikenhead, 1990; Norris, 1997), ou seja, a capacidade de resistirem a discursos pouco familiares e intimidatórios provenientes de políticos e cientistas respeitáveis, bem como a propostas dogmáticas, fraudulentas ou simplistas. O segundo aspecto, realçado por este documento, consiste no reconhecimento da importância da ciência no desenvolvimento de soluções eficazes para problemas locais e globais e na promoção do respeito inteligente pela natureza, imprescindível à tomada de decisões sobre questões tecnológicas e à preservação do nosso sistema de suporte de vida.

Mais recentemente, o *Scottish Consultative Council on the Curriculum* (SCCC, 1996), preocupado com o facto de muitas definições de literacia científica não incluírem a capacidade e a vontade de agir, de uma forma ambientalmente responsável e socialmente justa, adoptou o termo “aptidão científica” (“scientific capability”) em substituição de literacia científica. Procurando destacar a importância de uma educação científica orientada para a acção, descreveu a aptidão científica em termos de cinco aspectos distintos mas claramente interrelacionados: a) curiosidade científica – um hábito mental inquiridor; b) competência científica – a capacidade para investigar cientificamente; c) compreensão científica – a compreensão de ideias científicas e da forma como a ciência funciona; d) criatividade científica – a capacidade para pensar e agir criativamente; e e) sensibilidade científica – a consciência crítica do papel da ciência na sociedade combinada com uma atitude de cuidado e precaução. De acordo com o documento produzido pela SCCC (1996), “uma pessoa cientificamente apta, não possui apenas conhecimentos e capacidades sendo também capaz de mobilizar e aplicar os seus recursos de conhecimento e de capacidades de forma criativa e sensível, em resposta a uma questão, problema ou fenómeno” (p. 15). Logo, a aptidão científica não envolve apenas conhecimentos e capacidades mas também o desenvolvimento de qualidades pessoais e de atitudes e a formulação de ideias pessoais e a tomada de posição sobre uma variedade de assuntos com uma dimensão científica e/ou tecnológica.

Hodson (1998) vai um pouco mais longe considerando que qualquer currículo de ciências estará incompleto se, apesar de preparar para a acção, não incluir uma componente de acção sócio-política. Assim, ao propor o termo “literacia científica crítica universal” como grande finalidade para a educação científica, este autor marca a sua rejeição por uma educação diferenciada em cursos académicos/teóricos com alto estatuto, destinados a alunos com grandes capacidades, e cursos com menor estatuto, orientados no sentido de capacidades para a vida, para os restantes alunos. Portanto, defende a promoção de uma literacia científica crítica em todos os cidadãos, através de uma educação científica, centrada em assuntos e muito mais politizada, cujo objectivo central consista em “equipar os alunos com a capacidade e o comprometimento de realizar acções apropriadas, responsáveis e eficazes sobre questões de teor social, económico, ambiental e moral-ético” (p. 4). Este autor adverte para a impossibilidade de se atingir este objectivo através de currículos clássicos e métodos de ensino transmissivos. Na sua opinião, fundamentada por vários resultados de investigação, as abordagens curriculares tradicionais centradas “apenas” ou “prioritariamente” em conceitos não capacitam os alunos para a aplicação dos conhecimentos científicos a contextos reais e contribuem para o desenvolvimento da ideia de que o conhecimento científico aprendido na escola não tem qualquer valor fora do contexto escolar. Hodson (1998) afirma que, actualmente, nas aulas de ciências, muitos alunos são aborrecidos com conteúdos que consideram irrelevantes para as suas necessidades, interesses e aspirações, não se sentindo envolvidos pelas metodologias de ensino-aprendizagem utilizadas nem pelo clima social e emocional das aulas. Este autor está convicto de que a literacia científica crítica, para uma população de alunos cada vez mais diversificada, só poderá ser alcançada através de um currículo de ciência: a) baseado em assuntos locais, regionais, nacionais e globais, seleccionados pelo professor e pelos alunos; b) que tenha em conta os conhecimentos, as crenças, os valores, as aspirações e as experiências pessoais de cada aluno; c) no qual a ciência e a tecnologia sejam apresentadas como empreendimentos humanos; d) com uma educação em ciência e tecnologia politizada e infundida de valores humanos e ambientais mais relevantes; e e) onde todos os alunos tenham a oportunidade de executar investigações científicas e de

se envolver em tarefas de resolução de problemas tecnológicos seleccionadas e concebidas por eles próprios. Para que este currículo seja uma realidade para todos deverá prestar-se especial atenção aos obstáculos sentidos pelos indivíduos, muitos dos quais relacionados com etnia, género e classe social, através: a) da construção de uma imagem da ciência, dos cientistas e da actividade científica mais autêntica, culturalmente sensível e inclusiva, que mostre a ciência a ser utilizada e desenvolvida por diversas pessoas em diversas situações; e b) da manutenção de um ambiente de sala de aula que proporcione a todos os alunos uma sensação de conforto e de pertença.

Hodson (1998) afirma que, frequentemente, os professores tratam a educação científica como uma manipulação de esquemas conceptuais complexos e abstractos que, na melhor das hipóteses, serão aplicados mais tarde a situações, acontecimentos e problemas. Consequentemente, os alunos com um desempenho elevado na ciência escolar são bem sucedidos a recordar, a analisar e a resolver problemas académicos, mas muitas vezes não conseguem mobilizar o seu conhecimento em situações reais. Na opinião deste autor, a mobilização dos conhecimentos científicos para a acção só será possível se estes conhecimentos forem ensinados e experimentados, pelos menos parcialmente, nos contextos em que poderão ser utilizados, através da realização de investigações científicas (tanto dentro como fora dos laboratórios) e do envolvimento em acção social e ambiental.

Este investigador considera ainda que, muitas vezes, a ciência é apresentada como a aplicação meticulosa, ordenada e exaustiva de um método poderoso, objectivo e de confiança para a averiguação de conhecimento factual sobre o universo. E os cientistas são retratados como indivíduos racionais, lógicos, intelectualmente honestos, abertos a novas propostas e disponíveis a partilhar procedimentos e descobertas e a quem lhes é exigida uma postura desinteressada, livre de valores e analítica. Logo, muitos alunos nunca se sintonizam com a ciência, percepcionando-a como uma actividade esotérica e abstracta, difícil e intimidante, afastada das suas preocupações diárias e do domínio exclusivo dos especialistas. Hodson (1998) acredita que esta imagem despersonalizada da ciência e dos cientistas: a) deturpa seriamente a natureza da ciência e a prática científica; b)

desencoraja muitos alunos de prosseguirem estudos em ciência; e c) dissuade os alunos do escrutínio crítico ao apresentar o conhecimento científico como uma colecção de afirmações fixas, não negociáveis e autoritárias efectuadas por especialistas, contribuindo para a dependência intelectual dos alunos relativamente a outras pessoas e para uma sensação de falta de poder. Na sua opinião, existem muitos alunos que se sentem sem poder devido às suas experiências na escola e que estão cada vez mais afastados da ciência. Logo, defende que a literacia científica crítica só será alcançada através de uma compreensão clara dos fundamentos epistemológicos da ciência e do reconhecimento da prática científica como empreendimento humano influenciado e influenciador do contexto sócio-cultural em que decorre. Acredita que o desenvolvimento de uma visão de ciência mais personalizada passa pelo conhecimento das influências exercidas pelos conhecimentos, experiências, crenças, valores e aspirações das pessoas no tipo e formas de ciência que praticam. Desta forma, o inquérito científico é apresentado como fluído, reflexivo, dependente do contexto e idiossincrático. O núcleo central da actividade do cientista passa a ser o seu conhecimento especializado (construído através da experiência e frequentemente designado como conhecimento tácito, intuição científica e instinto científico) que combina compreensão conceptual e capacidades de laboratório com elementos de criatividade, intuição experimental e um conjunto de atributos afectivos que proporcionam o ímpeto necessário de determinação e comprometimento. De acordo com Hodson (1998), trata-se de apresentar uma visão mais humana da ciência e dos cientistas:

“Não desejo retratar todos os cientistas como (...) oportunistas cínicos com motivações pessoais, e seria um desastre se o currículo de ciências o fizesse. Não há dúvida de que as posições pessoais, políticas e religiosas dos cientistas têm impacto no tipo de ciência que escolhem fazer; também não existe dúvida de que a intuição, a sorte (boa e má), o interesse próprio, a ambição pessoal e as pressões académica e de publicação influenciam, de tempos a tempos, a forma como o fazem. (...) Acima de tudo, eu quero lembrar os alunos de que a ciência é realizada por pessoas, e de que essas pessoas, como quaisquer outras, têm posições, valores, crenças e interesses. Pretendo que o currículo mostre aos alunos que essas pessoas (cientistas) podem ser calorosas, sensíveis, bem-humoradas e apaixonadas. Mais importante, quero que eles compreendam que as pessoas que são calorosas,

sensíveis, bem-humoradas e apaixonadas podem tornar-se cientistas apesar de lhes ser exigido que conduzam o seu trabalho de acordo com códigos de prática estabelecidos, avaliados e mantidos pela comunidade de cientistas.”
(p. 20)

A literacia científica crítica para todos requer, também, a politização do currículo, ou seja, a discussão dos interesses políticos e dos valores sociais subjacentes às práticas científica e tecnológica, o que, de acordo com este autor, pode ser alcançado através de um currículo centrado em assuntos e com quatro níveis de sofisticação:

Nível 1: Apreciação do impacto social da mudança científica e tecnológica e reconhecimento de que a ciência e a tecnologia são, até certo ponto, determinadas culturalmente.

Nível 2: Reconhecimento de que as decisões relativas ao desenvolvimento científico e tecnológico são tomadas tendo em vista interesses particulares e que os benefícios resultantes para uns podem ser obtidos à custa de outros. Reconhecimento de que o desenvolvimento científico e tecnológico está inextrincavelmente ligado à distribuição de riqueza e poder.

Nível 3: Desenvolvimento de pontos de vista próprios e estabelecimento das posições de valor individuais subjacentes.

Nível 4: Preparação para a acção e respectiva concretização.

Na sua opinião, apenas a passagem para o nível quatro assegura: a) a apropriação do conhecimento e das capacidades necessárias a uma intervenção eficaz em processos de tomada de decisão; e b) a valorização das vozes alternativas e dos interesses e valores subjacentes nas decisões políticas. Logo, um dos objectivos centrais do currículo consistirá em equipar os alunos com: a) as capacidades e o desejo de tomarem acções apropriadas, responsáveis e eficazes sobre questões de teor social, económico, ambiental e moral-ético; e b) o sentimento de poder necessário para participar e marcar a diferença.

De acordo com Hodson, a educação científica só conseguirá assegurar uma literacia científica crítica universal se abandonar as suas características actuais

(elitista e restritiva; aborrecida; abstracta, académica e afastada da vida real; sexista; racista; impessoal e desumanizada; indiferente, objectiva e apresentada como isenta de valores) e passar a ser: acessível a todos; interessante e excitante; real, relevante e útil; não sexista e multicultural; pessoalmente relevante e humanizada; portadora de valores e interessada. Conforme refere Kyle (1996): “A educação deve ser transformada da orientação passiva, técnica e apolítica reflectida pela maioria das experiências escolares, para um empreendimento activo, crítico e politizado que transcenda os limites das salas de aula e das escolas” (p. 1). Contudo, Hodson (1998) reconhece que esta evolução é dificultada quando os professores trabalham com um currículo oficial obrigatório.

À semelhança de Hodson, também Roth (2001) realça a importância de uma educação científica que envolva os alunos numa acção responsável. Este autor, numa posição algo controversa relativamente à importância da educação em ciência, considera que a maior parte da população vive perfeitamente sem saber ciência e que o conhecimento científico, tal como é valorizado pelos professores, não é tão necessário à vida como se pretende fazer crer na literatura. Acredita que a maioria das aulas de ciência envolve actividades artificiais – nas quais os alunos aprendem para a escola e para as classificações – em vez de estimular a participação em situações reais, promotoras de aprendizagens relevantes e significativas para a vida. Na sua opinião, a literacia científica alcança-se através da expansão do potencial de acção dos alunos e não através da aprendizagem de um corpo básico de conhecimentos, que estará sempre aquém das necessidades do momento. Para tal, propõe uma educação científica que permita aos alunos aprender ciência (de forma significativa e contextualizada) enquanto exercem o seu direito à cidadania pela participação responsável em actividades da vida diária da sociedade. Desta forma, a autenticidade das acções dos alunos na comunidade não resulta da sua semelhança com a prática do dia-a-dia mas do facto de constituírem parte integrante da prática do dia-a-dia. A participação em práticas relevantes para a comunidade reforça a percepção da relevância da escola para a vida.

Também outros autores têm sido bastante críticos relativamente à maioria das tentativas de definição e de operacionalização do conceito de literacia científica

(Fensham, Law, Li e Wei, 2000; Irwin e Wynne, 1996; Jenkins, 1997b; Layton, Jenkins, Macgill e Davey, 1993). Na sua opinião, a maior parte das abordagens tem definido este conceito por referência ao que as comunidades científica e educacional acreditam dever ser conhecido e apreciado pela população em geral, não tendo em conta: a) as exigências reais da sociedade moderna; b) o que os cidadãos identificam como significativo para as suas preocupações diárias; e c) a diversidade de contextos com que os alunos irão deparar fora da escola. Logo, com vista à operacionalização do conceito de literacia científica, propõem uma abordagem baseada na identificação das necessidades de conhecimento científico apresentadas pelos adultos nos vários contextos sociais em que participam. De acordo com esta proposta, faz sentido a identificação de uma variedade de literacias científicas relacionadas com uma variedade de contextos (por exemplo, emprego, família, tempos livres e definição de políticas) e de temas (nomeadamente, alimentação, saúde, tratamento de resíduos tóxicos, aconselhamento genético, conservação de recursos pesqueiros). Fensham, Law, Li e Wei (2000), por exemplo, num trabalho realizado em Hong-Kong, propuseram e utilizaram uma abordagem sócio-pragmática na identificação e definição da ciência contextual considerada necessária para os cidadãos conseguirem “enfrentar o dia-a-dia” e “participar em decisões sociais”, nos diferentes contextos em que vivem. As três fases desta abordagem implicam, respectivamente: a) a identificação, por especialistas em questões sociais (que lidam diariamente com o público em geral), dos principais problemas manifestados pelos cidadãos relativamente a questões envolvendo ciência e tecnologia; b) a especificação, por cientistas académicos, do conhecimento científico e tecnológico associado aos problemas identificados na primeira fase; c) o envolvimento de educadores no desenvolvimento de um currículo de ciência para os diferentes níveis do ensino obrigatório que inclua os conteúdos identificados na segunda fase. Fensham e os seus colaboradores acreditam que um currículo de ciência construído a partir desta abordagem sócio-pragmática terá mais probabilidades de ser percebido como relevante e motivador da aprendizagem do que os currículos actuais.

Uma das posições mais radicais quanto à definição e à operacionalização da literacia científica foi assumida por Shamos (1995). Na sua opinião, a finalidade de uma literacia científica alargada a toda a população constitui um “mito”: a) inatingível, em resultado das dificuldades inerentes à aprendizagem da ciência e da impossibilidade de se assegurar a utilização das aprendizagens escolares na idade adulta; e b) desnecessário, pois a iliteracia científica da maioria da população não tem impedido o progresso científico e tecnológico da sociedade actual. Acredita que a educação científica deveria concentrar-se na preparação dos cidadãos para a colaboração com os especialistas e não para a análise crítica de temas de base científica que, pelo facto de requerer conhecimentos de ciência demasiado complexos, se torna impraticável. Logo, considera que a finalidade da educação em ciência deveria consistir na consciencialização da população acerca de como a ciência funciona (*science awareness*) e não na promoção de uma literacia científica centrada em conteúdos científicos. Esta consciencialização implicaria: a) o conhecimento de como a ciência e a tecnologia funcionam; b) o conhecimento público do que é a ciência, mesmo que se conheça pouco de ciência; c) a compreensão pública do que se pode esperar da ciência; e d) o conhecimento de como a opinião pública relativa à ciência poderá ser ouvida de forma mais eficaz. Simultaneamente, a responsabilidade pela tomada de decisões sobre questões de base científica deveria ser transferida dos cidadãos em geral para os especialistas em ciência. De acordo com Shamos (1995), o conteúdo do currículo de ciência deveria centrar-se, essencialmente, na tecnologia (dada a sua relevância para a sociedade) e ser utilizado para exemplificar a natureza da ciência e como a ciência é praticada.

Em Portugal, nos últimos anos, a promoção da literacia científica passou a assumir o estatuto de principal finalidade da educação em ciência. Nas Orientações Curriculares para o 3º Ciclo do Ensino Básico, relativas à área disciplinar de Ciências Físicas e Naturais (Galvão, 2001), a promoção da literacia científica surge como a grande finalidade da educação em ciências. De acordo com este documento, a literacia científica é “fundamental para o exercício pleno da cidadania” e implica a compreensão da ciência “não apenas enquanto corpo de saberes, mas

também enquanto instituição social”, e “o desenvolvimento de um conjunto de competências que se revelam em diferentes domínios, tais como o conhecimento (substantivo, processual ou metodológico, epistemológico), o raciocínio, a comunicação e as atitudes” (p. 5). Para a promoção de competências nestes diferentes domínios, sugere as seguintes experiências educativas:

1. Domínio do conhecimento: a) Análise e discussão de evidências e de situações problemáticas que permitam a aquisição de conhecimento científico, necessário à interpretação e à compreensão de leis e modelos científicos, e o reconhecimento das limitações da ciência e da tecnologia na resolução de problemas pessoais, sociais e ambientais” (conhecimento substantivo); b) Realização de pesquisas bibliográficas, observações e experiências, avaliação dos dados obtidos, planeamento e realização de investigações, elaboração e interpretação de representações gráficas de dados estatísticos e matemáticos (conhecimento processual); c) Análise e debate de relatos de descobertas científicas, evidenciando êxitos e fracassos, metodologias utilizadas por diferentes cientistas e influências da sociedade sobre a ciência, que permitam confrontar as explicações científicas com as do senso comum e a ciência, a arte e a religião (conhecimento epistemológico).
2. Domínio do raciocínio: Resolução de problemas (envolvendo interpretação de dados, formulação de problemas e de hipóteses, planeamento de investigações, previsão e avaliação de resultados, estabelecimento de comparações, realização de inferências, generalização e dedução) de forma crítica e criativa.
3. Domínio da comunicação: Utilização de linguagem científica na interpretação de fontes de informação, na representação e apresentação de informação, em debates promotores de capacidades de apresentação, análise e argumentação de ideias e na produção de textos.
4. Domínio das atitudes: Realização de experiências educativas promotoras de atitudes inerentes ao trabalho em ciência como, por exemplo, a

curiosidade, a perseverança e a ética no trabalho, a reflexão crítica sobre o trabalho efectuado e a flexibilidade para aceitar o erro e a incerteza.

A introdução geral do currículo de Biologia e Geologia para os 10º e 11º anos do Curso Geral de Ciências Naturais (Ministério da Educação, 2001b) realça a importância de uma “literacia científica sólida” na compreensão do mundo, na identificação dos problemas com que este se confronta e na participação dos cidadãos na discussão crítica e fundamentada de possíveis soluções. De acordo com as finalidades e objectivos gerais da componente de Biologia deste currículo, esta literacia científica envolve: a) a apropriação de conceitos fundamentais inerentes aos sistemas vivos; b) o reforço de capacidades e competências próprias das ciências (capacidades de abstracção, experimentação, trabalho em equipa, ponderação e sentido da responsabilidade); e c) “a interiorização de um sistema de valores e a assunção de atitudes que valorizem os princípios de reciprocidade e responsabilidade do ser humano perante todos os seres vivos, em oposição a princípios de objectividade e instrumentalização característicos de um relacionamento antropocêntrico” (p. 67).

Apesar da importância atribuída à escola na promoção da literacia científica, vários autores destacam o papel desempenhado por agentes de educação não-formal (museus, centros de ciência, jardins botânicos, parques naturais, clubes de ciência, rádio, televisão, imprensa escrita, cinema, *Internet*, etc.) na prossecução deste objectivo (Chagas, 1993; Falk, 2001; Jenkins, 1997b; Lewenstein, 2001; Martins, 2002a; Wellington, 1991). Constatase que as pessoas aprendem ciência a partir de uma variedade de fontes, por uma variedade de razões e de diversas maneiras (Wellington, 1990). Ao contrário das experiências de sala de aula (nas quais a aprendizagem envolve, geralmente, o desenvolvimento de conhecimentos e de capacidades, em períodos alargados de tempo, debaixo da supervisão de professores), as experiências não-formais permitem uma maior autonomia do aprendente na gestão da sua aprendizagem que, de acordo com os seus interesses, ritmos de aprendizagem e capacidades, pode parar, repetir, demorar mais ou menos tempo e interagir com amigos ou familiares. Enquanto que a educação científica formal é, frequentemente, percebida pelos alunos como difícil, maçadora e

desfasada dos seus interesses e necessidades (Millar e Osborne, 1998; Santos, 1994), as experiências não-formais conseguem cativar a atenção e o interesse de muitos alunos (Chagas, 1993; Frankel, 2001; Griffin, 2002). O reconhecimento da importância crescente destas experiências na educação científica tem desencadeado inúmeras iniciativas como a revitalização dos museus, o alargamento do espaço destinado à ciência nos meios de comunicação social e a organização de grandes exposições, feiras de ciência e debates em torno de ciência e de ética (Falk, 2001; Queiroz, 1998). No entanto, tal como refere Queiroz (1998): a) "os tímidos passos até agora dados resultaram mais numa mera propaganda da ciência e da tecnologia como tais do que numa acção informativa e formativa sobre o fenómeno científico e as suas conexões sociais" (p. 456); b) a divulgação científica, tal como tem sido praticada, tem servido fundamentalmente para deslumbrar e distanciar; e c) não parece que a população se tenha tornado mais interveniente relativamente às questões científicas, no sentido da tão desejada democracia participativa. Frequentemente, "mostra-se a ciência de um modo que a põe habilmente à distância, celebrando-se, ao mesmo tempo, o mito da cientificidade", (...) "a ciência não é apresentada como conhecimento mas sim como uma força onnipresente e aurática que atravessa as nossas vidas, provocando atitudes complexas e ambivalentes, misto de esperança e ansiedade, admiração e medo" (Levy, Matos, Mourão, Nunes, Queiroz e Serra, 1998, p. 461).

Actualmente, os meios de comunicação social (jornais, revistas, televisão, rádio e *Internet*) são considerados como as fontes de informação científica de mais fácil acesso para o público em geral (Lewenstein, 2001; Pellechia, 1997). Nelkin (1995a) considera que "para a maioria das pessoas, a realidade da ciência é o que lêem na imprensa. Elas entendem a ciência menos pela experiência directa ou pela sua educação passada do que através do filtro da linguagem e do imaginário jornalísticos" (p. 2). Na sua opinião, os *media* representam o único contacto da maioria da população com as mudanças ocorridas nos campos científico e tecnológico e uma importante fonte de informação sobre as implicações sociais dessas mudanças. Até mesmo os cidadãos com uma carreira científica ou tecnológica são incapazes de acompanhar a literatura especializada de todas as

áreas científicas, tendo que recorrer aos meios de comunicação social para se manterem informados acerca dos avanços científicos fora da sua área de especialização (Bauer, 1992). Contudo, o tipo de ciência divulgado, por exemplo, pela televisão ou pelos jornais, é diferente do tipo de ciência apresentado em contextos educativos formais: a maioria da educação científica formal centra-se na ciência convencional, não-controversa, estabelecida e fidedigna; as notícias dos *media* destacam a “ciência de fronteira”, controversa, preliminar e em discussão (Zimmerman, Bisanz e Bisanz, 1999). Por vezes, ainda, apresentam uma imagem sensacionalista, pouco rigorosa e estereotipada da ciência, utilizando apenas determinadas histórias e apresentando as teorias polémicas como factos e os cientistas como seres superiores que vivem num mundo à parte (Nelkin, 1995a; Santos e Valente, 1997). Recorrem, frequentemente, a metáforas de grande impacto – *desastre, bênção da medicina moderna, novo marco, proeza científica, fraude, luta* – que afectam a forma como os cidadãos entendem, pensam e actuam acerca de questões sócio-científicas (Lakoff e Johnson, 1980). Através destas metáforas dão forma às concepções da população acerca da natureza da ciência.

Liakopoulos (2002), por exemplo, num estudo sobre as metáforas utilizadas pelos jornais ingleses nos artigos sobre biotecnologia, detectou grandes quantidades de metáforas destinadas a transmitir imagens muito positivas – *revolução, ouro, grande negócio, aventura, milagre* – e muito negativas – *Caixa de Pandora, ameaça, plantas assassinas, escravos, Frankenstein, perigo*. Constatou, também, que o biotecnólogo era retratado como um cientista louco ou um génio mau perseguindo os seus objectivos sem olhar a meios: uma imagem que, na sua opinião, tem um efeito considerável sobre a confiança do público relativamente à biotecnologia. Muitos filmes de ficção descrevem a investigação científica como um empreendimento que cruza as fronteiras do admissível (Weingart, Muhl e Pansegrau, 2003). Desde as histórias medievais sobre alquimistas, até aos filmes actuais sobre clonagem, as narrativas sobre cientistas raramente os retratam de forma positiva, traduzindo o receio do poder e da mudança inerentes à ciência e recorrendo a um número restrito de estereótipos: o alquimista diabólico; o cientista como herói e salvador da sociedade; o cientista louco; o investigador desumano e

insensível; o cientista como aventureiro que transcende as fronteiras do espaço e do tempo; o cientista louco, mau, perigoso e pouco escrupuloso no exercício do poder; e o cientista incapaz de controlar o resultado do seu trabalho (Haynes, 2003). Portanto, a capacidade de leitura e avaliação crítica das representações da ciência divulgadas pelos *media* é importante para os cidadãos de sociedades democráticas, representando o único antídoto contra eventuais tentativas de manipulação. Torna-se necessário que a escola encare os filmes e as notícias divulgadas pelos meios de comunicação social como uma oportunidade para (1) explorar os conteúdos de ciência envolvidos, (2) reflectir sobre as interacções ciência-tecnologia-sociedade, (3) discutir ideias acerca da natureza da ciência e dos cientistas e (4) desenvolver capacidades de análise crítica da informação (Dhingra, 2003; Miguéns, Serra, Simões, e Roldão, 1996; Millar e Osborne, 1998; Norris e Phillips, 1994; Rose, 2003; Shibley Jr., 2003; Thier e Nagle, 1996; Zimmerman, Bisanz e Bisanz, 1999). A actualização científica da população depende, e irá continuar a depender, em grande parte, da informação veiculada pelos meios de comunicação social e da capacidade dos cidadãos lerem, compreenderem e avaliarem criticamente, ao longo da vida, essas fontes de informação e o discurso dos especialistas.

É importante que os educadores reconheçam as mensagens acerca da natureza da ciência e dos cientistas veiculadas pelos meios de comunicação social como um conjunto importante de experiências informais de aprendizagem. Essas mensagens, apropriadas pelos alunos, influenciam e interagem com a aprendizagem da ciência na sala de aula (Dhingra, 2003). Logo, a educação em ciência nunca poderá ignorar os efeitos poderosos dos meios de comunicação social nas concepções dos alunos acerca do empreendimento científico. De acordo com um estudo realizado por Dimopoulos e Koulaidis (2003), os artigos de jornal sobre questões científicas e tecnológicas podem revelar-se extremamente úteis na promoção da literacia científica dos cidadãos em contexto formal de aprendizagem. Os jornais constituem uma fonte de materiais adequados à discussão de questões sócio-científicas (considerados relevantes e interessantes pelos alunos e pelos cidadãos em geral), ao contrário dos manuais escolares de ciência que, em 42

países, apenas dedicam uma média de 3,9% do seu espaço a este tipo de questões (Wang e Schmidt, 2001). Na sua opinião, os artigos de jornal revelam: a) a natureza transdisciplinar da ciência e da tecnologia; e b) a dimensão social destes empreendimentos, realçando as influências de outros domínios (cultura, religião, ética, política, economia, etc.) em processos decisórios relacionados com questões técnicas e científicas. Estes autores consideram, ainda, que estes artigos permitem: a) destacar a relevância do conhecimento científico e tecnológico na compreensão de situações do dia-a-dia; e b) ilustrar o tipo de argumentação e de raciocínio normalmente utilizado em disputas sócio-científicas. Contudo, advertem para o facto das notícias não se adequarem ao ensino dos conteúdos científicos subjacentes nem das metodologias internas da ciência e da tecnologia (aspectos pouco explorados pelos jornais) e para a necessidade dos professores assegurarem uma exploração equilibrada e justa das potencialidades e das limitações destes empreendimentos.

Valente (1996), propõe que os professores aproveitem as vias de educação não-formal para despertar nos alunos o gosto e a vontade de aprender ciência. Contudo, adverte para os limites da divulgação científica, enquanto forma de iniciação para a ciência, quando esta se limita a um “espectáculo ciência” sem o indispensável complemento de uma educação científica mais aprofundada, estruturada e exigente em termos de promoção de capacidades de pensamento, proporcionado pela escola. Martins (2002a) alerta para a necessidade da formação de professores suscitar o interesse pelos canais de educação não-formal e capacitar os docentes para a exploração das potencialidades dessas vias. Na opinião de Bybee (2001) e de Martins (2002a), qualquer tentativa de alargamento da literacia científica da população deverá implicar uma organização e uma articulação de esforços de todas as infra-estruturas educativas, tanto formais como não-formais, de forma a evitar conflitos e a potenciar recursos e experiência acumulada. No entanto, para que essa cooperação possa ser uma realidade, torna-se imprescindível a adopção de objectivos comuns que orientem tanto as actividades realizadas na escola como a abordagem da ciência pelas infra-estruturas não-formais, nomeadamente, os meios de comunicação social.

Analizando o caso americano, Bybee sugere que todas as instituições de educação científica (formal e não-formal) poderiam coordenar esforços, orientando as suas actividades pelos Critérios Nacionais de Educação em Ciência (*National Science Education Standards*).

Como se pode constatar por tudo o que já foi referido neste capítulo, são diversos os significados atribuídos ao conceito de literacia científica. Contudo, apesar das diferenças apresentadas, todas as propostas envolvem uma maior ou menor ênfase na apropriação de conhecimento científico, na compreensão dos procedimentos da ciência e no desenvolvimento de capacidades e de atitudes (atitudes científicas e atitudes relativamente à ciência) considerados necessários à participação activa e responsável dos cidadãos em processos decisórios relacionados com ciência e tecnologia. De acordo com DeBoer (2000), a análise dos diferentes significados permite afirmar que a literacia científica implica uma compreensão alargada e funcional da ciência para fins de educação geral e não uma preparação para carreiras científicas e técnicas específicas. Este autor considera que se deve, simultaneamente: a) aceitar a elevada abrangência deste conceito; b) manter a consciência da impossibilidade de se concretizarem todos os objectivos propostos; e c) optar pelo conhecimento e pelas experiências que melhor se adequam às características específicas de cada contexto. Como ele realça, “Felizmente, não temos que dominar todas as áreas do conhecimento para vivermos com sucesso na nossa sociedade e a consciência deste facto pode libertar-nos para explorarmos, mais criativamente, como lidar com questões de literacia científica” (p. 595).

Os países, as escolas e os professores necessitam de definir prioridades (adequadas às necessidades sociais, políticas e económicas de cada contexto específico) e estabelecer ligações entre os objectivos de forma a conseguirem, simultaneamente, concretizar o maior número possível e manter uma educação coerente, substantiva e intelectualmente satisfatória. Para DeBoer (2000), o mais importante é que os alunos tenham a oportunidade de aprender algo que considerem interessante, importante e relevante, de forma a continuarem a estudar ciência, tanto formal como informalmente, no futuro. Não necessitam todos de

desenvolver os mesmos conhecimentos e capacidades: existem vários caminhos para a literacia científica.

2.1.2 Ciência-Tecnologia-Sociedade

Nos últimos 20 anos, o *slogan* Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS)(na sua versão original em língua inglesa: *Science-Technology-Society* – STS) tem congregado os esforços de educadores de todo o mundo em torno do objectivo de alterar o *status quo* da educação em ciência (Aikenhead, 2003; Ziman, 1994). Em resposta aos contextos sociais específicos de cada época e de cada país, este *slogan* tem assumido diferentes formas e significados: *Science-Technology-Society-Environment* (no Canadá e em Israel), *Science-Technology-Citizen* (na Noruega), *Science for Public Understanding* (na Holanda, em Inglaterra e na Austrália), *Science Awareness* (em Hong-Kong) ou *Citizen Science* (na Austrália)(Aikenhead, 2003). Contudo, independentemente da designação utilizada e de algumas diferenças de objectivos e de abordagens, todos estes *slogans* pretendem desencadear a substituição do currículo convencional de ciência (centrado na preparação para cursos universitários e considerado pouco interessante e relevante pelos alunos) por um currículo centrado no desenvolvimento de conhecimentos, capacidades e atitudes úteis para a vida diária dos alunos e preocupado com a responsabilidade social em processos colectivos de tomada de decisão sobre assuntos relacionados com ciência e tecnologia (Aikenhead, 2002; Vaz e Valente, 1995).

A maioria dos currículos CTS apresenta quatro objectivos comuns: a) aumentar a literacia científica dos cidadãos; b) despertar o interesse dos alunos pela ciência e pela tecnologia; c) estimular o interesse pelas interacções entre a ciência, a tecnologia e a sociedade; e d) desenvolver nos alunos capacidades de pensamento crítico, raciocínio lógico, resolução criativa de problemas e, especialmente, de tomada de decisões (Acevedo, 1996; Aikenhead, 1994a; Bybee, 1985; Solomon, 1993). Frequentemente, a preparação dos alunos para a acção

social, ou seja, o desenvolvimento e a concretização de planos de acção relativos a questões sócio-científicas, é apontada como o objectivo mais importante dos currículos CTS (DeBoer, 2000; Hodson, 1998; Ramsey, 1989). Num currículo de ciências CTS, os conteúdos científicos são integrados no mundo dos alunos, de acordo com os seus interesses e necessidades, com o objectivo de os ajudar a compreender os objectos e acontecimentos com que deparam no seu dia-a-dia. Desta forma, procura-se aumentar: a) o interesse dos alunos pela ciência e pela actividade científica; e b) o seu nível de literacia científica e de envolvimento em processos de discussão e avaliação de questões sócio-científicas. Pedretti (2003), numa reflexão sobre a educação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), apresenta uma síntese do que considera serem os seus princípios orientadores:

1. A contribuição para o desenvolvimento sustentável do planeta através do estudo da utilização sistemática de recursos e da consideração das necessidades humanas a longo prazo;
2. A compreensão dos processos de tomada de decisão a nível governamental e empresarial;
3. A promoção do raciocínio moral e ético acerca da ciência;
4. A compreensão e a discussão da dimensão política da ciência;
5. O exercício de capacidades intelectuais e éticas na determinação dos aspectos positivos e negativos do desenvolvimento científico e tecnológico e no reconhecimento das forças políticas e sociais que governam o desenvolvimento e a distribuição dos conhecimentos e artefactos científicos e tecnológicos;
6. A capacitação dos cidadãos para uma acção responsável na transformação da sociedade; e
7. A compreensão da natureza da ciência e das suas interacções com a tecnologia e a sociedade.

Segundo Ziman (1984), um dos ideólogos do movimento CTS, a compreensão da ciência — e, conseqüentemente, a literacia científica — só se alcança através do conhecimento das suas diferentes dimensões: histórica, filosófica, psicológica e sociológica. A construção de uma imagem real da ciência depende da compreensão da influência e da interacção destas dimensões na evolução do conhecimento científico. Na opinião de Ziman (1980, 1994), esta compreensão pode ser alcançada através de múltiplas abordagens, de natureza complementar, nomeadamente: a) a abordagem transdisciplinar (integrando as várias disciplinas de ciência e apresentando o conhecimento científico como uma unidade); b) a abordagem histórica (centrada no estudo da evolução conjunta da ciência, da tecnologia e da sociedade); c) a abordagem epistemológica (discutindo a natureza do conhecimento científico, as suas potencialidades e limitações e a validade dos seus enunciados); d) a abordagem sociológica (apresentando a ciência e a tecnologia como empreendimentos sociais); e) a abordagem problemática (recorrendo a problemas actuais para promover o desenvolvimento de conceitos, capacidades e atitudes considerados necessários a uma cidadania activa e ilustrar o papel social da ciência e o seu funcionamento sob influências internas e externas). Esta última abordagem tem sido amplamente proposta em virtude das suas eventuais potencialidades na motivação e na preparação dos alunos para uma participação activa, informada, crítica e responsável em processos decisórios relativos a questões sócio-científicas actuais (Zeidler, 2003). Parte-se do pressuposto de que o recurso a problemas actuais e relevantes suscita o interesse e a participação activa dos alunos, no desenvolvimento das competências necessárias à resolução dessas situações problemáticas, e promove a construção de uma ideia mais humana dos empreendimentos científico e tecnológico.

Todas estas abordagens CTS utilizam determinados conteúdos e privilegiam algumas metodologias para alcançar as suas finalidades. Os currículos CTS para o ensino secundário recorrem, geralmente, às experiências concretas dos alunos com o objectivo de proporcionarem uma perspectiva sobre os aspectos humanos e sociais da ciência. Abordam tanto o conteúdo científico como o conteúdo CTS, nomeadamente, acerca da sociologia da ciência nas suas dimensões externa

(relações ciência-tecnologia-sociedade) e interna (relações no interior da comunidade académica). Logo, para além dos conteúdos científicos, são abordados temas sociais: a) externos à comunidade científica (as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, nomeadamente, os seus impactos recíprocos e as controvérsias despoletadas pelos eventuais impactos sociais de inovações científicas e tecnológicas); e b) internos à comunidade científica (a sociologia, a epistemologia e a história da ciência, por exemplo, a natureza das teorias científicas ou as controvérsias dentro da comunidade científica, como a que foi suscitada pela questão da fusão a frio)(Rosenthal, 1989; Ziman, 1984).

A selecção dos conteúdos para os currículos CTS é feita com base na sua relevância para a vida diária dos cidadãos. Envolve, frequentemente, a identificação das necessidades de conhecimento científico apresentadas pelos adultos nos vários contextos sociais em que vivem, ou seja, um diagnóstico das exigências reais da sociedade moderna. Esta identificação pode ser efectuada de diferentes formas. Em Hong-Kong, um conjunto de investigadores utilizou uma abordagem sócio-pragmática na identificação e definição da ciência contextual considerada necessária para os cidadãos conseguirem “enfrentar o dia-a-dia” e “participar em decisões sociais” nos diferentes contextos em que vivem (Fensham, Law, Li e Wei, 2000). No Reino Unido, a selecção do conteúdo relevante para um currículo e um manual escolar (*AS Science for Public Understanding*) foi efectuada a partir da análise de jornais (Hunt e Millar, 2000). Ao longo de um ano, os seus autores analisaram os artigos relacionados com ciência, publicados em vários jornais, para determinar o conteúdo funcional necessário à sua compreensão pelos cidadãos (Millar, 2000). Os tópicos principais que emergiram desta análise foram: “saúde e doença”, “genética”, “compreender quem somos”, “utilização dos recursos energéticos”, “efeitos da radiação” e “compreender onde estamos”. O manual elaborado por estes autores constitui um óptimo exemplo de um material CTS, reunindo a informação social e técnica necessária para a compreensão das notícias dos meios de comunicação social, tornando a natureza da ciência explícita para os alunos, e tratando a ciência canónica como explicações razoáveis/aceitáveis.

A prioridade atribuída aos conteúdos CTS pelos diferentes currículos varia significativamente. Segundo Aikenhead (1994b, 2000), esta prioridade pode assumir oito níveis distintos que variam: a) desde um nível mais baixo, em que se recorre, esporadicamente, a conteúdo CTS para aumentar o interesse das aulas (e que não avalia as aprendizagens dos alunos relativamente a esses conteúdos); b) passando por níveis intermédios em que os conteúdos CTS são integrados e avaliados sistematicamente em disciplinas tradicionais de ciência ou constituem o ponto de partida para a aprendizagem de conhecimentos de ciência e sobre ciência; c) até ao outro nível extremo, envolvendo a aprendizagem e a avaliação exclusivas de conteúdos CTS (sem a avaliação de qualquer conteúdo científico).

A concretização dos principais objectivos dos currículos CTS depende não só da utilização de conteúdos específicos mas também da utilização de determinadas metodologias de ensino. Ao contrário do ensino tradicional da ciência, que privilegia o pensamento convergente através da prelecção e da demonstração, as abordagens CTS pretendem promover o pensamento divergente e a interrelação de ideias através de um repertório metodológico mais alargado (Solomon e Aikenhead, 1994). Geralmente, as abordagens CTS procuram desenvolver o interesse, o conhecimento sobre a ciência e as capacidades de pensamento crítico e criativo dos alunos através de metodologias interactivas de aprendizagem: resolução de problemas, tomada de decisões, discussão em grupo, representação de papéis, análise de estudos de caso históricos, debate, discussão de questões controversas, acção cívica na comunidade e utilização dos *media* e de outros recursos da comunidade (Aikenhead, 2000; Byrne e Johnstone, 1988; Membiela, 1995; Pedretti, 2003; Solomon, 1993; Ziman, 1980). Embora estimulantes, estas metodologias são bastante exigentes. O seu sucesso e, conseqüentemente, a concretização dos objectivos propostos, dependem de professores capazes de criar e de defender um ambiente de sala de aula estimulador de comunicação, autonomia, reflexão e acção. Penick (1993), a partir de uma análise da investigação disponível, identificou várias características dos professores que se revelam decisivas ao sucesso das abordagens CTS:

1. Despende tempo com o planeamento dos processos de ensino-aprendizagem e com a avaliação dos seus resultados, tendo em vista a sua melhoria;
2. Interpretar o currículo e a sua própria programação de forma flexível.
3. Proporcionar um clima afectivamente acolhedor e intelectualmente estimulante com o objectivo de promover a interacção e a comunicação na sala de aula;
4. Possuir expectativas elevadas relativamente a si próprio e aos seus alunos;
5. Evidenciar um desejo constante de aprender novos conhecimentos (nomeadamente, científicos, tecnológicos e pedagógicos) através de pesquisa autónoma ou em interacção com os seus colegas e alunos;
6. Suscitar o aparecimento de perguntas e temas de interesse na aula;
7. Pedir aos seus alunos para fundamentarem sempre as suas ideias;
8. Promover a aplicação dos conhecimentos ao mundo real;
9. Destacar as potencialidades da ciência e da tecnologia sem, contudo, ocultar as suas limitações na resolução de problemas sociais complexos;
10. Desenvolver nos alunos a confiança e as capacidades necessárias à utilização com êxito da ciência e da tecnologia;
11. Ultrapassar a barreira imposta pelas paredes da sala de aula, estabelecendo intercâmbios com o exterior e educando para a vida.

As opiniões relativamente às potencialidades educativas das abordagens CTS não são consensuais. Enquanto alguns educadores consideram que a investigação realizada não é suficiente para se concluir acerca do impacto destas abordagens nos alunos (Cheek, 1992, Eijkelhof e Lijnse, 1988), outros estão convictos dos benefícios resultantes de um ensino CTS (Ramsay, 1993; Solomon, 1993; Solomon e Aikenhead, 1994). Vários estudos têm evidenciado as

potencialidades da análise e discussão de questões sócio-científicas na sala de aula: esta abordagem, para além de suscitar o interesse dos alunos, promove a construção de conhecimentos científicos, a compreensão do papel da ciência na sociedade e o desenvolvimento de capacidades de pensamento crítico e de resolução de problemas (Reis, 1997a; Reis e Pereira, 1998). Aikenhead (1994a,c), através de uma meta-análise da investigação realizada no âmbito do movimento CTS, reuniu fortes evidências de vantagens destes tipos de abordagem relativamente a um ensino da ciência tradicional: a) no reforço da compreensão dos alunos acerca de questões sociais externas e internas à ciência e das interacções entre ciência, tecnologia e sociedade (dependendo dos conteúdos realçados e avaliados pelos professores); b) na melhoria das atitudes dos alunos relativamente à ciência, às aulas de ciência e à aprendizagem (resultante do conteúdo CTS abordado e da utilização de métodos de ensino interactivos); e c) na promoção moderada, mas significativa, de capacidades de pensamento crítico e criativo, de tomada de decisão e de aplicação de conteúdo científico a situações do dia-a-dia (desde que sejam praticadas e avaliadas de forma explícita). Este autor concluiu, ainda, que o ensino da ciência segundo uma perspectiva CTS não compromete o desempenho académico dos alunos nos níveis seguintes de ensino. Contudo, reconhece o papel determinante dos professores na obtenção destes resultados e adverte para o facto do mesmo currículo CTS poder ter impactos muito distintos nos alunos consoante os professores que o leccionam. Na sua opinião, os alunos só beneficiam de uma educação em ciência segundo uma abordagem CTS se: a) a orientação do professor relativamente ao ensino da ciência estiver em sintonia com a abordagem proposta; b) o ensino CTS estiver integrado na disciplina de ciência; e c) existirem materiais adequados disponíveis.

De acordo com Aikenhead (2000, 2002), a mudança de um ensino convencional de ciência para uma abordagem CTS é uma tarefa complexa que requer: (1) a discussão e a adopção de uma política curricular estabelecendo a função, o conteúdo, a estrutura e a sequência curriculares; (2) a investigação e o desenvolvimento de novos materiais de ensino (por exemplo, guiões para os professores, manuais escolares e propostas de actividades) para apoio e orientação

do ensino e da avaliação; (3) a compreensão da política curricular e dos materiais, pelos professores, de forma a assegurar a implementação adequada do currículo enunciado; e (4) a aprendizagem dos alunos através de estratégias de ensino e de avaliação específicas. Apesar da importância de todos estes aspectos, os professores desempenham um papel decisivo na implementação de um currículo CTS. As suas concepções prévias relativamente ao ensino e à aprendizagem da ciência, construídas através da sua experiência e reflexão como alunos e, posteriormente, como professores, desencadeiam reacções diversas (desde a aceitação até à rejeição) quanto aos eventuais méritos das novas propostas curriculares. Simultaneamente, a implementação dos novos currículos requer o conhecimento didáctico necessário à utilização de novas metodologias e à adopção de novas formas de actuação. Logo, a implementação de um novo currículo CTS passa, entre outros factores, pela alteração das concepções prévias de muitos professores (Aikenhead, 1984; Hughes, 2000) e pela construção de novo conhecimento didáctico através de situações de desenvolvimento profissional supervisionadas que, não se limitando à apresentação de argumentos racionais, permitam a experiência concreta das novas abordagens nas suas aulas e a constatação do seu impacto positivo nas aprendizagens dos alunos (Aikenhead, 2000, 2002; Ferrini-Mundy, 1997; Guskey, 1986, 2002; Loucks-Horsley, Hewson, Love e Stiles, 1998). A reflexão sobre as suas experiências permite alicerçar a autoridade dos argumentos racionais apresentados nos documentos curriculares com a autoridade da sua experiência pessoal.

Em Portugal, os currículos de ciências decorrentes da reforma educativa iniciada no final da década de 80 do século XX revelavam, ainda que de forma incipiente, algumas influências do movimento CTS. Contudo, de acordo com Santos e Valente (1997), os currículos de Ciências da Natureza enquadravam-se numa matriz de conhecimento disciplinar afastada “da preparação dos alunos para assumirem papéis sociais enquanto consumidores e cidadãos numa sociedade democrática e tecnologicamente desenvolvida e muito mais voltada para a preparação dos alunos para cursos superiores” (p. 17). De acordo com estas autoras, apesar desses currículos permitirem a penetração de objectivos CTS, a

escassez de mensagens relacionadas com a interacção ciência-sociedade nos manuais escolares e a inadequação da prática pedagógica da maioria dos professores condicionavam a sua consecução. Segundo um estudo realizado por Miguéns, Serra, Simões e Roldão (1996), os currículos de Ciências da Natureza dos 2º e 3º Ciclos, apesar de contemplarem “saberes que se ligam profundamente com muitos dos problemas que se colocam à sociedade contemporânea” (p. 98) e de proporem o desenvolvimento de capacidades e atitudes necessárias à sua análise e discussão, não sugeriam explicitamente a abordagem dessas problemáticas nem algumas metodologias indispensáveis à promoção das capacidades e atitudes propostas.

Os currículos de Ciências da Terra e da Vida (10º e 11º anos), em vigor até ao ano lectivo de 2003-2004, apresentavam como um dos seus objectivos a estimulação de uma visão mais humana da ciência através da compreensão das relações e interacções entre ciência, tecnologia e sociedade (Ministério da Educação, 1991a,b). Vários dos conteúdos programáticos previstos permitiam a abordagem de temas, como os novos avanços na genética e na biotecnologia, extremamente adequados à reflexão e à avaliação crítica das relações entre ciência, tecnologia e sociedade (Reis, 1997a; Reis e Pereira, 1998). Contudo, mais uma vez, não era sugerida a discussão das problemáticas actuais associadas a estes temas nem a utilização de metodologias de discussão de questões sócio-científicas, de resolução de problemas, de estudo de casos ou de representação de papéis. As sugestões metodológicas enfatizavam a análise de informação apresentada sob a forma de textos, esquemas e gráficos e a observação de estruturas e fenómenos biológicos através de actividades laboratoriais de tipo demonstrativo, filmes, diapositivos ou preparações microscópicas, conduzindo a um ensino factual, pouco preocupado com os problemas da sociedade, os interesses dos alunos ou a promoção de capacidades de reflexão crítica, de criatividade, de tomada de decisão ou de resolução de problemas.

Um estudo realizado por Craveiro e Neto (1999), revelou uma tendência dos professores para encararem os currículos de ciências (dos 2º e 3º ciclos do Ensino Básico e do Ensino Secundário) como uma listagem de temas fundamentais

indispensáveis ao prosseguimento de estudos. Apesar (1) da abertura manifestada relativamente à exploração de assuntos locais e de temas sociais significativos para os alunos e (2) do reconhecimento da utilidade do ensino CTS (na motivação dos alunos, na aprendizagem de conceitos, na integração gradual do aluno no mundo do trabalho e na compreensão das interacções entre a ciência, a tecnologia e a sociedade), os 181 professores inquiridos apontaram alguns factores que dificultam uma abordagem CTS, nomeadamente: a) limitações de carga horária; b) dificuldades de conciliação com uma avaliação centrada em objectivos conceptuais; e c) número reduzido de temas CTS incluídos nos manuais escolares. Uma análise efectuada por Martins (2002b), sobre a realidade existente em 2002, apontava vários constrangimentos ao desenvolvimento de um ensino da ciência segundo uma orientação CTS em Portugal: a) as práticas de formação inicial e contínua de professores; b) os currículos escolares em vigor; e c) os recursos didácticos disponíveis. Segundo esta investigadora, as práticas de formação inicial, “predominantemente de índole transmissiva, valorizando o conhecimento de conceitos, leis e teorias, onde predomina a resolução de problemas de acentuado cariz quantitativo” (p. 7), não tinham conseguido proporcionar, até esse momento, a confiança, as capacidades ou os conhecimentos sobre temas de teor sócio-científico necessários à interpretação qualitativa de situações-problema abertas. Por outro lado, o sistema de formação contínua de professores, existente desde 1993, não contribuía para a melhoria desta situação em virtude da oferta reduzida de cursos na área da Didáctica das Ciências. Simultaneamente, os conteúdos curriculares de ciências em vigor até 2002, revelavam-se, na sua opinião, excessivos e desadequados às necessidades e aos interesses dos alunos, dificultando a realização das metodologias inerentes a uma abordagem CTS. De acordo com a análise efectuada por Martins, toda esta situação era agravada pela falta de recursos didácticos construídos segundo uma orientação CTS, nomeadamente, manuais escolares que pudessem assumir-se como um catalizador da actualização dos próprios currículos.

Actualmente, as influências do movimento CTS são evidentes nos currículos de ciência, tanto do Ensino Básico como do Ensino Secundário. As orientações

curriculares para o 3º Ciclo do Ensino Básico, relativas à área disciplinar de Ciências Físicas e Naturais (Galvão, 2001), incluem, nas competências essenciais à literacia científica dos cidadãos, a construção de conhecimento (substantivo, processual e epistemológico) sobre a ciência enquanto empreendimento humano, em interacção com a tecnologia e a sociedade, com potencialidades e limitações na resolução de problemas pessoais, sociais e ambientais. Para o desenvolvimento desta competência propõem a vivência de um leque diversificado de experiências educativas, centradas preferencialmente em temas actuais, interessantes e relevantes para os alunos: discussão de assuntos controversos, realização de investigações pelos alunos, análise de relatos de descobertas científicas, resolução de problemas, entre outras. O programa de Biologia e Geologia para os 10º e 11º anos do Curso Geral de Ciências Naturais (Ministério da Educação, 2001b) refere como objectivos comuns ao ensino das ciências experimentais: a) “fornecer uma visão integradora da ciência, estabelecendo relações entre esta e as aplicações tecnológicas, a sociedade e o ambiente”; e b) “fomentar a participação activa em discussões e debates públicos respeitantes a problemas que envolvam a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente” (p. 8). Contudo, conforme refere Martins (2002b), a mudança não depende exclusivamente de alterações curriculares, tornando-se necessário um investimento na formação de professores e na construção e validação de recursos educativos adequados: “Sem cursos de formação contínua actualizados que capacitem os professores sobre a natureza das modificações e a sua finalidade, não é de prever que ‘novos programas’ provoquem ‘novo ensino’” (p. 10). Sem esta formação, muitos professores limitar-se-ão a utilizar as propostas dos manuais escolares, independentemente de estas se encontrarem ou não em sintonia com as mudanças curriculares propostas. Consequentemente, a inadequação dos materiais disponíveis também poderá comprometer qualquer tentativa de alteração curricular.

2.2 A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA E AS QUESTÕES SÓCIO-CIENTÍFICAS

2.2.1 Cidadania e Questões Sócio-Científicas

Vivemos numa sociedade marcada por desenvolvimentos científicos e tecnológicos controversos (Nelkin, 1992). Quase diariamente, os meios de comunicação social abordam questões sócio-científicas controversas: utilização de alimentos transgénicos, clonagem, experimentação em animais, efeitos adversos da utilização de telemóveis, do consumo de determinados medicamentos ou da co-incineração de resíduos tóxicos em cimenteiras, entre outras.

Na sociedade actual, a vida dos cidadãos assemelha-se a uma viagem num comboio de alta velocidade, no qual os passageiros apenas conseguem vislumbrar a paisagem muito rapidamente e de forma pouco nítida: a evolução extremamente acelerada da ciência e da tecnologia, associada à iliteracia científica de grande parte da população, impossibilita uma focagem/reflexão aprofundada sobre as opções de desenvolvimento (Reis, 1997a, Reis e Pereira, 1998). No entanto, o futuro da ciência e da tecnologia não deverá ficar a cargo apenas dos médicos, dos cientistas, da indústria, dos governos ou de qualquer outro grupo limitado; uma sociedade na qual as decisões sobre questões científicas e tecnológicas sejam privilégio de especialistas não poderá ser considerada democrática. Torna-se vital a passagem progressiva do conceito de cidadão passivo, governado por uma elite iluminada, para um conceito de cidadão activo predisposto e apto a participar em processos de decisão sobre as opções de desenvolvimento que lhe são apresentadas. Para tal, toda a sociedade deverá estar preparada para participar em processos de acompanhamento, avaliação e controlo do progresso científico e tecnológico e das suas implicações profundas e controversas.

Assim, um dos argumentos mais frequentes a favor da literacia científica da população consiste na sua preparação para responder a questões sócio-científicas, ou seja, a questões sociais com uma dimensão científica ou tecnológica considerável (por exemplo, a manipulação do genoma de seres vivos ou a fertilização *in vitro*)(Kolstoe, 2001; Millar, 1997). Considera-se que, numa sociedade

democrática, a avaliação pública da ciência depende de indivíduos capazes de reconhecerem o que está em causa numa controvérsia científica, de alcançarem uma opinião informada e de participarem em discussões, debates e processos de tomada de decisão. No entanto, existem evidências de que a educação científica não tem cumprido este objectivo. Os resultados de algumas investigações, centradas na forma como os adultos entendem e utilizam a ciência e na articulação da ciência com a acção prática, não são conciliáveis com a imagem de ciência transmitida pela escola formal (Collins e Shapin, 1986; Jenkins, 1997b). Habitualmente, a escola formal retrata a ciência como coerente, objectiva, não problemática e claramente distinguível de actividades não-científicas, veiculando um modelo de racionalidade científica que leva os alunos a pensarem que os métodos de investigação rigorosos revelam, de forma repetida, única e sem ambiguidades, factos verdadeiros sobre o mundo natural. No entanto, a realidade é bem diferente. Os especialistas discordam frequentemente dos pareceres uns dos outros, razão pela qual se torna extremamente importante a capacidade de avaliar a qualidade das informações apresentadas pelas facções envolvidas. Por vezes, em algumas controvérsias (por exemplo, a co-incineração de resíduos tóxicos), as questões técnicas não obtêm resposta apesar da vasta quantidade de informação técnica disponível e as facções acusam-se de enviesamento na selecção dos dados que fundamentam as respectivas opiniões. Verifica-se, ainda, que controvérsias deste tipo não podem ser resolvidas simplesmente numa base técnica pois envolvem outros aspectos, tais como hierarquizações de valores, conveniências pessoais, questões financeiras, entre outras. Szanto (1993), num estudo efectuado sobre a controvérsia em torno da manipulação genética de seres vivos, verificou que o fulcro desta se situava em torno de posições sócio-filosóficas e não de questões científicas. Neste mesmo estudo, sublinha a importância dos valores, dos interesses, das necessidades e das crenças como factores essenciais nas controvérsias. Logo, que literacia científica será necessária à avaliação pública das questões sócio-científicas controversas com as quais a sociedade é confrontada?

Cientistas e educadores são unânimes no reconhecimento da importância do conhecimento dos conteúdos científicos envolvidos. Contudo, o conhecimento

específico necessário à compreensão de apenas uma pequena fracção das questões sócio-científicas mais recentes iria preencher por completo os currículos de ciências e poderia revelar-se completamente inadequado para a compreensão de questões futuras. Assim, o currículo escolar deverá limitar-se a proporcionar um enquadramento de ideias fundamentais indispensáveis à apropriação de conhecimentos mais pormenorizados sobre as questões específicas que possam surgir. No entanto, o conhecimento científico, apesar de necessário, revela-se insuficiente para a compreensão de uma disputa sócio-científica. Frequentemente, a razão de muitas destas disputas centra-se em incertezas (relativamente aos resultados obtidos e às metodologias ou modelos utilizados) e em diferentes hierarquizações de valores. Logo, alguns educadores consideram que a compreensão de disputas deste tipo requer uma apreciação mais subtil da natureza e do estatuto do conhecimento científico através de uma maior compreensão de métodos de pesquisa científica e da ciência como empreendimento social (Bell, 2003; Driver, Leach, Millar e Scott, 1996; Millar, 1997; Nelkin, 1992).

Outros autores defendem, ainda, que a preparação dos alunos para a avaliação e tomada de decisões relativas a questões sócio-científicas controversas passa, indispensavelmente, pelo desenvolvimento do seu raciocínio lógico (capacidades de pensamento crítico como, por exemplo, a selecção, análise e interpretação de informação relevante, a previsão e a formulação de hipótese) e do seu raciocínio moral (Berkowitz e Simmons, 2003; Zeidler, 2003). Na sua opinião, a literacia científica não implica apenas conhecimentos mas também capacidades, valores e atitudes que impeçam utilizações irresponsáveis ou pouco éticas da ciência e da tecnologia. Segundo Berkowitz e Simmons (2003), a educação em ciência deverá integrar-se com a educação do carácter e a educação democrática, ou seja, com: a) o desenvolvimento das competências morais e sociais dos alunos, nomeadamente, a capacidade de raciocinar acerca de questões éticas e morais; e b) a sua preparação para uma intervenção competente, responsável e democrática na sociedade através da vivência e da prática de situações igualitárias. Consideram que a integração destes três domínios educacionais (educação em ciência, educação do carácter e educação democrática) poderá assegurar a promoção de

uma literacia científica que contemple a compreensão e a preocupação dos alunos relativamente às dimensões morais e éticas da ciência e da tecnologia, bem como a sua preparação para uma actuação responsável no âmbito da ciência e da tecnologia. A abordagem do conhecimento científico e tecnológico no contexto da educação moral e cívica permite que professores e alunos: a) experimentem a complexidade da ciência e da tecnologia segundo uma perspectiva pessoal e social; b) participem em reflexão informada sobre a ética na ciência e na tecnologia; e c) se envolvam em activismo social em torno de questões científicas e tecnológicas.

Constata-se, assim, que a preparação dos alunos para a participação em processos avaliatórios e decisórios sobre questões socio-científicas controversas não é uma tarefa simples. A avaliação das consequências e a correcção dos eventuais problemas resultantes do crescimento científico e tecnológico requer: a) um enquadramento de conhecimentos científicos indispensáveis à apropriação de conhecimentos mais pormenorizados sobre as questões em causa; b) conhecimentos metacientíficos sobre a natureza, as potencialidades e os limites da ciência; c) capacidades de pensamento crítico, tomada de decisões e resolução de problemas; d) atitudes e valores úteis à avaliação das dimensões ética e moral da ciência e da tecnologia; e e) vontade e confiança para lidarem com assuntos científicos do seu interesse.

Vários autores defendem que o desenvolvimento deste conjunto de conhecimentos, capacidades e atitudes, necessário à compreensão das controvérsias sócio-científicas, deve ser efectuado através do envolvimento dos alunos na análise e discussão desse tipo de controvérsias (Cachapuz, Praia e Jorge, 2002a; Driver, Leach, Millar e Scott, 1996; Millar, 1997; Reis, 1997a; Reis e Pereira, 1998; Zeidler e Lewis, 2003). Na sua opinião, a discussão de questões sócio-científicas na sala de aula justifica-se não só pelos conhecimentos que promove acerca dos conteúdos, dos processos e da natureza da ciência e da tecnologia mas também pelas potencialidades educativas deste tipo de interacção no desenvolvimento cognitivo, social, político, moral e ético dos alunos.

2.2.2 A Discussão como Experiência Educativa

A discussão é uma forma particular de interacção em grupo na qual os membros se juntam para abordar uma questão do interesse comum, algo que necessitam de compreender, apreciar ou decidir (Dillon, 1994). Durante a discussão, as pessoas reflectem sobre uma questão, apresentando e examinando diferentes propostas (interpretações, factos, sugestões, opiniões, perspectivas, experiências, etc.) de forma a construírem a resposta mais satisfatória possível (uma melhor compreensão, uma nova apreciação, um parecer melhor fundamentado, uma resolução mais firme). Quando os elementos do grupo já conhecem, compreendem ou já decidiram sobre o tópico em causa, ele não constitui uma questão e, portanto, não existe qualquer discussão: o assunto está encerrado. Apenas ocorre discussão quando existe uma questão relativamente à qual se deseja alcançar uma resposta (Dillon, 1994; Parker e Hess, 2001). Existem, ainda, várias outras condições necessárias para o envolvimento de um grupo numa discussão, nomeadamente: a) apresentação de mais do que um ponto de vista sobre o assunto em causa; b) disponibilidade para examinar e reagir aos diferentes pontos de vista apresentados; c) ausência de dogmatismos; d) partilha de um respeito recíproco; e) preocupação com a coerência dos argumentos apresentados; e f) intenção de desenvolver o conhecimento e a compreensão do assunto em discussão (Bridges, 1988; Dillon, 1994).

Frequentemente, o termo discussão é utilizado de maneira incorrecta, tanto na escola como no dia-a-dia, englobando várias formas de interacção verbal como, por exemplo, a conversa, o debate, a troca de opiniões e a recitação. Contudo, na opinião de Dillon (1994), existem diferenças significativas entre estes termos:

1. A conversa difere da discussão em todos os aspectos menos no facto das pessoas falarem umas com as outras. Na conversa, não existe um objectivo definido, qualquer pessoa pode falar sobre quase tudo o que desejar e pode fazê-lo sempre que o desejar, sem ter que ouvir os outros ou esperar pela sua vez. Pelo contrário, a discussão é disciplinada, tem um objectivo bem definido e centra-se num tópico específico.

2. O debate é mais constante, prolongado e requer mais esforço do que a conversa; contudo, difere da discussão pelo facto de envolver a apresentação e a defesa de opiniões previamente formadas e de terminar com a vitória de um dos lados ou com um impasse em que ambas as facções mantêm os seus pontos de vista sem terem sofrido qualquer influência mútua. Na discussão, as propostas são desenvolvidas colaborativamente através da integração de contribuições dos diferentes elementos do grupo. A posição final é única, assumida e partilhada por todos os participantes. Logo, a discussão nunca é uma questão de duas facções.
3. A partilha de opiniões é uma forma de conversa em grupo que combina a conversa e o debate. O seu objectivo consiste na criação de um fórum para a apresentação de opiniões e de sentimentos. Existe muita conversa, o tópico é comentado extensamente, mas não se alcança qualquer conclusão pois as pessoas estão mais preocupadas em defender a sua posição do que em ouvir os outros. A interacção termina quando todos já apresentaram os seus argumentos, por vezes mais do que uma vez, ou quando se sentem exaustos ou frustrados pela apresentação recorrente e improdutiva de opiniões e reacções impulsivas.
4. A recitação é a forma predominante de interacção verbal nas salas de aula e distingue-se da discussão em vários aspectos:
 - a) O domínio do discurso pelo professor;
 - b) A existência de um padrão de interacção de tipo pergunta-resposta-avaliação, através de uma intervenção sequenciada professor-aluno-professor;
 - c) A existência de uma sequência previsível de interacção iniciada pelo professor e concluída por um aluno;
 - d) O carácter breve e rápido das interacções;

- e) A existência de respostas únicas, pré-determinadas como certas, para todos os alunos;
- f) O predomínio de comentários do tipo "certo/errado" (geralmente, emitidos pelo professor) e a ausência de expressões do tipo "concordo/discordo" (provenientes de alunos ou de professores).

De acordo com Cowie e Rudduck (1990), as actividades de discussão realizadas na escola enquadram-se em três grandes categorias: discussão de questões controversas, resolução de problemas e representação de papéis. Todas elas pretendem promover aprendizagens através da expressão e exploração de ideias, opiniões e vivências, num ambiente de cooperação onde a discussão não é encarada como combate verbal; não se trata de ganhar uma argumentação, mas de mobilizar os recursos de todo o grupo com o objectivo de aumentar o conhecimento e a compreensão de um dado assunto ou de resolver um problema.

A escolha da discussão como veículo de aprendizagem reflecte, de forma explícita ou implícita, concepções sobre a natureza do conhecimento, a importância da autonomia intelectual e da colaboração social, bem como valores políticos relacionados com a construção de uma sociedade democrática (Bridges, 1988; Cowie e Rudduck, 1990; Parker e Hess, 2001). Em primeiro lugar, a discussão pode ser considerada a base do pensamento (Doise, Mugny e Perret-Clermont, 1975; Parker e Hess, 2001; Resnick, 1991; Vygotsky, 1978). Segundo esta concepção epistemológica interaccionista, os sujeitos constroem os seus instrumentos sócio-cognitivos a partir da acumulação e interiorização de experiências e progridem intelectualmente através de interacções com outros indivíduos. Desta forma, os nossos conhecimentos e decisões têm uma origem externa, formando-se a partir dos intercâmbios de linguagem estabelecidos nos múltiplos contextos do dia-a-dia: em casa, na rua, nos programas de televisão, nos jornais, na rádio, nas salas de aula, nas reuniões formais e informais, entre outros. O nosso discurso sobre conhecimentos e questões públicas é influenciado pelos diálogos em que participámos ou a que assistimos previamente. A discussão alarga o nível de compreensão individual pelo contacto com as interpretações e a experiência de vida

dos outros (Bridges, 1988). Logo, o impacto da discussão no nosso pensamento justifica uma atenção especial ao tipo de interacção verbal que promovemos na sala de aula.

Em segundo lugar, a discussão não é eticamente neutra: está associada aos valores da democracia, do respeito, da tolerância (Parker e Hess, 2001). Logo, qualquer pessoa preocupada com o desenvolvimento desses valores poderá recorrer à discussão como um veículo potencial para a sua promoção. A discussão sustenta a democracia e a cidadania (Brookfield e Preskill, 1999; Dewey, 1996; Gutmann e Thompson, 1996), constituindo: a) a base da soberania popular; b) o processo não-violento de tomada de decisões através do reconhecimento e da superação de divergências; c) a forma de promover a coesão dos grupos em torno de objectivos ou problemas comuns. A discussão requer uma atitude de respeito pelas opiniões dos diferentes participantes que é incompatível com atitudes autoritárias. Envolve, inclusivamente, algum cepticismo quanto à autoridade. Logo, a liberdade de discussão é defendida por uma tradição epistemológica liberal, céptica relativamente à autoridade e defensora do envolvimento de todos os cidadãos no desafio e na melhoria de opiniões, propostas ou decisões através da argumentação e da crítica (Bridges, 1988).

Vários autores atribuem um leque diversificado de potencialidades educativas às actividades de discussão. Para Brookfield e Preskill (1999), são múltiplas as contribuições potenciais da discussão na promoção da aprendizagem:

1. Estimula a exploração da diversidade de perspectivas;
2. Aumenta a consciencialização e a tolerância relativamente à ambiguidade e à complexidade;
3. Contribui para o reconhecimento e a investigação das suposições individuais;
4. Estimula a escuta atenta e respeitosa;
5. Desenvolve a agilidade intelectual;

6. Facilita o estabelecimento de ligações pessoais e intelectuais com os assuntos em discussão;
7. Implica respeito pelas vozes e experiências de todos os participantes;
8. Contribui para a aprendizagem dos processos e convenções do discurso democrático;
9. Encara os alunos como co-produtores do conhecimento;
10. Desenvolve a capacidade de comunicação de ideias e de significados;
11. Desenvolve hábitos de aprendizagem colaborativa;
12. Aumenta a empatia entre os alunos;
13. Desenvolve a capacidade de síntese e de integração;
14. Contribui para a transformação social.

De acordo com Bridges (1988), a discussão inicia os alunos numa cultura moral específica (desenvolvendo atitudes e comportamentos democráticos característicos de uma livre sociedade de pensamento e de acção) e promove a aprendizagem: a) dos processos de interacção verbal; b) das formas de discurso (nomeadamente, das regras intelectuais, das regras de procedimento e das convenções sociais que, de forma mais ou menos explícita, orientam a actividade de discussão); c) das características dos vários elementos do grupo; e d) do assunto em questão (contribuindo para a recolha de informação, a partilha e a exploração de diferentes perspectivas, a estimulação de ideias, a melhoria das ideias através da crítica e da integração das contribuições dos diferentes elementos do grupo).

Várias destas alegações têm sido apoiadas pela investigação. Algumas meta-análises dos estudos centrados nas potencialidades da discussão como método de ensino revelaram impactos bastante significativos a cinco níveis: 1) domínio geral dos conteúdos disciplinares; 2) capacidade de resolução de problemas; 3) desenvolvimento moral; 4) modificação e desenvolvimento de atitudes; e 5) capacidades de comunicação (Gall, 1985; Gall e Gall, 1976, 1990).

Numa avaliação da eficácia das discussões em pequeno grupo, Byrne e Johnstone (1988) constataram que as actividades de representação de papéis, discussão e tomada de decisão podem ser bastante mais eficazes que os métodos tradicionais no desenvolvimento de atitudes e na estimulação do pensamento, do interesse e do envolvimento dos alunos. Diversos estudos permitiram verificar a importância da interacção social no desenvolvimento cognitivo e sócio-afectivo dos indivíduos (César, 1994; Doise e Mugny, 1981; Doise, Mugny e Perret-Clermont, 1975; Perret-Clermont e Mugny, 1985). A chave deste desenvolvimento reside na ocorrência de conflitos sócio-cognitivos entre os elementos do grupo, ou seja, no confronto interpessoal e intrapessoal de ideias diferentes. A existência de perspectivas diferentes entre os alunos desencadeia um desequilíbrio duplo: um desequilíbrio interpessoal momentâneo, pelo facto das respostas apresentadas serem diferentes; e um desequilíbrio intrapessoal, pela tomada de consciência individual da existência de outras respostas, o que suscita dúvidas sobre a sua própria resposta. Para ultrapassarem este impasse os alunos têm que, simultaneamente, analisar os pontos de vista discordantes – o que implica a existência de conhecimentos mínimos sobre a problemática em questão – e gerir as relações interpessoais dentro do grupo, com o objectivo de chegarem a acordo. A probabilidade de ocorrência de conflito sócio-cognitivo pode ser aumentada através do agrupamento de alunos com diferentes características e potencialidades (Berkowitz e Simmons, 2003; Borges e César, 2001; César, 2000). Desta forma, procura-se estabelecer uma complementaridade de personalidades e competências que possibilite um maior desenvolvimento cognitivo e sócio-afectivo dos alunos. Para tal, poderá assumir especial relevância a avaliação prévia das competências dos alunos através da utilização de instrumentos ou tarefas específicas (Reis, 2002).

No entanto, apesar dos dados de investigação que evidenciam estas potencialidades da discussão, constata-se que este tipo de actividade não tem sido incorporado facilmente na prática lectiva (Dillon, 1994; Gall, 1985). Existem vários factores que desencorajam a sua utilização na sala de aula (Dillon, 1994; Lusk e Weinberg, 1994; Reis, 1998; Rudduck, 1979, 1986):

1. Dificuldades inerentes à discussão – A discussão, apesar de aliciante, é difícil de realizar, requer tempo, o seu processo é imprevisível e os seus resultados incertos. Apesar de necessitar de ser aprendida por professores e alunos, não se trata de um processo sequencial passível de treino, implementação e avaliação através de uma lista de verificação.
2. Dificuldades dos professores – Os professores, além de não terem experiência de discussão, não possuem os conhecimentos necessários para a conduzir. Muitos não concebem o conhecimento como problemático e, como tal, têm dificuldade em questioná-lo; encaram o conhecimento apresentado pelos manuais escolares, professores e cientistas como verdades estabelecidas e indiscutíveis. À semelhança da maioria dos cidadãos, raramente participaram em boas discussões ao longo da sua escolarização e, no dia-a-dia, recorrem, principalmente, a outras formas de interacção verbal (por exemplo, conversa, troca de opiniões e recitação). Mesmo quando dispuseram de alguma preparação e prática sobre a realização de discussões em sala de aula durante a sua formação inicial como professores, poderão não ter usufruído da orientação e do apoio necessário à superação das dificuldades inerentes às primeiras tentativas de ensino através de discussão. Muitos professores revelam alguma indisposição relativamente à utilização desta metodologia, encarando-a como uma perda de tempo (que dificulta o “cumprimento do programa”) e temendo eventuais opiniões imaturas e incorrectas dos alunos, conflitos na sala de aula e dificuldades em dirigir e controlar o processo. A impossibilidade de preverem, antecipadamente, o ritmo e a evolução da actividade e a eventual falta de controlo e de disciplina durante a discussão ameaçam os professores que avaliam a sua própria eficiência pela capacidade de manterem um ambiente de ensino calmo e ordeiro.
3. Dificuldades dos alunos – São vários os problemas sentidos ou evidenciados pelos alunos durante a realização de actividades de discussão, nomeadamente, a excessiva dependência relativamente ao

professor, o controlo da discussão por poucos alunos, a relutância em valorizar as opiniões dos colegas, o individualismo, a competitividade extrema e impeditiva de um ambiente de cooperação e de partilha, a interpretação das opiniões divergentes dos colegas como ataques pessoais, a defesa acérrima e intransigente de opiniões com a consequente divisão do grupo em facções e a polarização das opiniões entre rapazes e raparigas. Na opinião de Bridges (1988), torna-se extremamente difícil realizar uma actividade de discussão quando os alunos têm medo de falar livremente e não são tolerantes relativamente a opiniões diferentes das suas, nem sensíveis à razão, à evidência e aos argumentos. Rudduck (1986) sublinha a dificuldade de se transmitirem os princípios duma aprendizagem centrada na discussão a alunos habituados a um ensino expositivo; alunos com uma concepção de ensino marcada pela recepção passiva de informação debitada pelo professor, poderão resistir e funcionar como forças de bloqueio a metodologias activas que não tenham sido previamente bem explicadas e fundamentadas.

4. Antipatias do sistema – A discussão é desencorajada pela organização da maioria das escolas (o tempo de cada aula, o arranjo físico das salas de aula, o número excessivo de alunos por turma) e por muitos professores, gestores e encarregados de educação que percepcionam esta actividade como uma perda de tempo ou como um esforço inútil ou despropositado em face das muitas tarefas urgentes com que se supõe que os educadores deparam. Burbules (1993) identifica na escola várias práticas anti-dialógicas com efeitos nefastos sobre a discussão, nomeadamente, (a) aulas sobrelotadas e competitivas, controladas pelo professor e (b) as noções de currículo como abordagem de conteúdos, de finalidades como resultados testáveis, de ensino como gestão e controlo e de interacção como recitação de tipo pergunta-resposta. As práticas educativas tendem a reforçar o individual relativamente ao grupo, a privacidade de pensamento e de objectivos relativamente à participação pública e a

autoridade em vez da comunidade e da discussão como fonte de conhecimento e de decisão.

Muitos destes problemas resultam de hábitos e valores enraizados e só serão ultrapassados quando professores e alunos explorarem e reconhecerem, na prática, as potencialidades educativas da discussão. Numa época em que grande parte do tempo dos jovens é passado diante da televisão e do computador, a grande vantagem da escola poderá residir na promoção da interação, nomeadamente, do confronto de ideias e de sentimentos, do intercâmbio de conhecimentos e de opiniões e da resolução conjunta de problemas (Barbosa, 1995). Como afirma Smith (1990), “Os alunos e os professores devem aprender a não ter receio de (...) desafiar as asserções dos outros, e de verem, por sua vez, as suas próprias ideias postas em causa. O oposto é a tirania e a estultificação” (p. 72).

2.2.3 A Discussão de Questões Sócio-Científicas Controversas nas Aulas de Ciências

Conforme já foi referido, vários autores acreditam que a discussão de questões sócio-científicas controversas na sala de aula se revela extremamente útil quer na aprendizagem dos conteúdos, dos processos e da natureza da ciência e da tecnologia, quer no desenvolvimento cognitivo, social, político, moral e ético dos alunos (Hammerich, 2000; Millar, 1997; Nelkin, 1992; Reis, 1997a, 1999b; Reis e Pereira, 1998; Zeidler e Lewis, 2003). Contudo, antes de se aprofundarem as potencialidades desta metodologia, importa clarificar a definição de questão controversa. De acordo com Wellington (1986): “O problema de decidir o que constitui uma questão controversa é em si próprio controverso” (p. 2).

Existem controvérsias em todas as áreas do pensamento humano – na ciência, na história, na arte, na economia, na política, na teologia. No entanto, a forma como cada uma destas áreas de pensamento é representada no currículo académico nem sempre traduz os seus conteúdos ou a sua natureza controversa. Muitos professores de ciências reconhecem a ciência como um campo de

controvérsias (tanto científicas – disputas académicas suscitadas, por exemplo, pela apresentação de diferentes propostas explicativas do mesmo fenómeno – como sócio-científicas – acerca das implicações sociais da ciência), que evolui e se desenvolve através de conjectura e especulação, alimentadas pela própria controvérsia (Bridges, 1986). Contudo, a ciência académica: a) é frequentemente apresentada como não-problemática, livre de valores e não-controversa, proporcionando uma imagem completamente distorcida do empreendimento científico e das suas relações com a tecnologia, a sociedade e o ambiente; e b) recorre pouco à controvérsia como forma de promover o desenvolvimento de capacidades e atitudes consideradas importantes para a cidadania (Cachapuz, Praia, Paixão e Martins, 2000; Dearden, 1981; Wellington, 1986).

Segundo Rudduck (1986), “uma questão é definida como controversa se as pessoas se encontram divididas sobre ela e se envolve juízos de valor que impossibilitam a sua resolução apenas através da análise das evidências ou da experiência” (p. 8). Um assunto controverso não pode ser resolvido apenas recorrendo a factos, dados empíricos ou vivências na medida em que envolve tanto factos como questões de valor. Gardner (1983) acrescenta que um assunto só poderá ser classificado de controverso se também for considerado importante por um número considerável de pessoas.

De acordo com Nelkin (1992, 1995b), as controvérsias científicas podem ser suscitadas: a) por implicações sociais, morais ou religiosas duma teoria ou de uma prática científica (por exemplo, as questões da clonagem e da modificação genética de seres vivos); b) por tensões sociais entre direitos individuais e objectivos sociais, prioridades políticas e valores ambientais, interesses económicos e preocupações relativamente à saúde resultantes de aplicações tecnológicas (no caso português, as questões da co-incineração de resíduos tóxicos em cimenteiras, da localização dos aterros sanitários e da produção e comercialização de rações de origem animal transmissoras da encefalopatia espongiforme); c) pela afectação de recursos financeiros públicos a grandes projectos científicos e tecnológicos em detrimento de outros projectos, nomeadamente, em áreas sociais. Frequentemente, estas

controvérsias são também designadas por questões sócio-científicas, ou seja, questões sociais suscitadas por avanços científicos e tecnológicos.

Segundo Abd-El-Khalick (2003), as questões sócio-científicas são consideravelmente diferentes do tipo de problemas geralmente realizado nas aulas de ciências. Frequentemente, estes últimos têm um âmbito bem delimitado e são accionados por conhecimento disciplinar disponível, algorítmicos e objectivos. O recurso a procedimentos ditos correctos traduz-se numa única resposta de tipo certo ou errado. Pelo contrário, os problemas sócio-científicos são pouco delimitados, multidisciplinares, heurísticos, carregados de valores (invocando, por exemplo, valores estéticos, ecológicos, morais, educacionais, culturais e religiosos) e afectados pela ausência de conhecimento. Geralmente, o envolvimento neste tipo de problemas conduz a diversas “soluções” alternativas, cada uma das quais com aspectos positivos e negativos. A partir destas diferentes propostas, toma-se uma decisão informada que, dada a impossibilidade de recurso a qualquer algoritmo para a avaliação das potencialidades e limitações, envolve a consideração e o desafio de opiniões.

São várias as razões que levam diversos autores a defenderem a inclusão de actividades de discussão de assuntos controversos nos currículos. Stradling, Noctor e Bains (1984) acreditam que estas actividades se justificam tanto pelos conhecimentos científicos como pelas capacidades que promovem. A pesquisa de informação, a detecção de incoerências, a avaliação da idoneidade das fontes, a comunicação de informação recolhida e/ou de pontos de vista, a fundamentação de opiniões, o poder de argumentação e o trabalho cooperativo constituem exemplos de capacidades que podem ser desenvolvidas através da discussão de assuntos controversos.

Outros autores destacam a importância da discussão de questões controversas na construção de uma imagem mais real e humana do empreendimento científico e na promoção da literacia científica indispensável a uma cidadania responsável (Millar e Osborne, 1998; Wang e Schmidt, 2001). Millar (1997) defende que um dos maiores propósitos da educação em ciência consiste

em preparar os alunos para responderem a questões sócio-científicas através da compreensão da natureza do conhecimento científico. Considera que essa compreensão não pode ser desenvolvida apenas através de trabalho prático investigativo (apesar da sua contribuição na exploração de ideias sobre os problemas da recolha de dados e da relação entre evidência e teoria), sendo necessários outros contextos de aprendizagem, nomeadamente estudos de caso, históricos e contemporâneos, tanto sobre a produção de conhecimento consensual como das disputas científicas (para salientar os processos de criação de consenso e identificar as características das disputas que resultam na ausência de consenso). Também Duschl (2000) está convicto de que a participação dos cidadãos em processos decisórios relacionados com questões científicas e tecnológicas depende da compreensão das dinâmicas sociais, cognitivas e epistémicas da ciência. Portanto, defende acerrimamente um ensino das ciências promotor de reflexão sobre a natureza da ciência e das inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Mariano Gago (1990) acredita que as questões sócio-científicas constituem uma área de excelência para o estabelecimento de uma ponte entre a cultura científica (partilhada pela comunidade científica) e a educação científica (que se pretende alargada a toda a população). Para Dearden (1981), uma abordagem completa de qualquer disciplina passa pela referência aos seus elementos controversos. A título de exemplo, aponta a não inclusão destes elementos nos currículos da área científica como responsável pela transmissão de ideias distorcidas sobre a ciência, frequentemente descrita como não controversa, neutra, desinteressada, altruísta. Nelkin (1992) considera que, no decurso de uma disputa, os interesses, as preocupações e as motivações dos vários agentes são claramente revelados. Logo, defende que a análise dos detalhes de uma controvérsia proporciona aos alunos: a) conhecimentos sobre o tipo de raciocínio que motiva os governos, os cientistas e os grupos de protesto; e b) uma compreensão realista de uma política científica e tecnológica, do seu contexto social e político e do seu impacto no público em geral ou em determinadas comunidades. Considera, também, que as disputas realçam: a) as contradições inerentes a muitas decisões sobre

ciência e tecnologia; b) os problemas do desenvolvimento de linhas de acção, na ausência de consensos definitivos sobre os eventuais riscos; e c) as questões éticas de opções que envolvem conflitos de valores.

Rudduck (1986) acredita que a exploração activa desta metodologia pode ajudar a desenvolver o pensamento crítico e a independência intelectual. Para tal, defende que os alunos devem ser ajudados a encarar a controvérsia convictos do seu direito de formular opiniões e de tomar decisões e não na expectativa de que qualquer autoridade possa decidir e resolver em seu lugar.

Segundo Berman (1997), a escola é, na sua essência, uma micro-sociedade (com uma estrutura política explícita e implícita) que proporciona aos alunos um conjunto de experiências sociais, políticas e morais. Tanto a escola como a sala de aula são comunidades (com uma estrutura governativa, um sistema de justiça, convenções sociais, conflitos e padrões de vida e de trabalho) constituídas por pessoas de diferentes idades, culturas e capacidades. Logo, considera que a responsabilidade social pode ser desenvolvida neste contexto experiencial, não apenas pelo que é ensinado mas também pela forma como é ensinado e como a sala de aula e a escola são estruturadas. Na sua opinião, existem dois factores indispensáveis ao desenvolvimento da responsabilidade social em contexto escolar: a) um clima de sala de aula que convide a expressão aberta das opiniões dos alunos; e b) o recurso à controvérsia e ao conflito. Berman (1997) acredita que o conflito e a controvérsia desempenham um papel importante no desenvolvimento da consciência e da eficácia política: “os jovens necessitam de compreender o conflito e o processo da sua resolução no âmbito do nosso sistema político, bem como experimentar o envolvimento directo em conflito político” (p. 395). A inexperiência relativamente ao conflito e à controvérsia leva os alunos a evitá-los, dificultando-lhes a assunção de papéis políticos.

Vários autores destacam a importância da discussão de temas controversos tanto na formulação como na avaliação-reformulação de opiniões e crenças e, portanto, na educação moral e cívica (Berkowitz e Simmons, 2003; DeDecker, 1986, 1987; Harrison, 1993; Lickona, 1991; Rudduck, 1986; Zeidler, 2003; Sadler e

Zeidler, 2004). Acreditam que este tipo de experiência educativa ajuda os alunos a compreenderem as situações sociais, os actos humanos e as questões de valores por eles suscitadas. O envolvimento dos alunos na análise e discussão de problemas morais no domínio da ciência, cuidadosamente seleccionados, permite desenvolver, simultaneamente, capacidades de raciocínio lógico e moral e uma compreensão mais profunda de aspectos importantes da natureza da ciência (Sadler e Zeidler, 2004; Simmons e Zeidler, 2003). As questões sócio-científicas revelam-se úteis na transformação das aulas de ciências num “micro-cosmos social” promotor do desenvolvimento holístico dos alunos nos domínios cognitivo, social, moral, ético e emocional (Zeidler e Keefer, 2003).

As potencialidades educativas da discussão de questões controversas têm sido evidenciadas em diversas investigações. Uma série de estudos sobre o impacto educativo do conflito e da controvérsia na sala de aula permitiu constatar que a sua utilização, no âmbito de uma estrutura de aprendizagem cooperativa, promove a motivação, a pesquisa e o intercâmbio de informação, a re-avaliação das posições individuais, atitudes positivas acerca da controvérsia, sentimentos de auto-estima, relações de apoio entre os alunos, bem como a apreciação dos conteúdos e das experiências de ensino (Johnson e Johnson, 1995; Johnson, Brooker, Stutzman, Hultman e Johnson, 1985; Lowry e Johnson, 1981; Smith, Johnson, e Johnson, 1984; Tjosvold, Johnson e Lerner, 1981).

Outras investigações (referidas em Berkowitz e Simmons, 2003) evidenciaram a importância da discussão de questões morais na re-análise das concepções pessoais e dos processos de pensamento e, conseqüentemente, na estimulação do desenvolvimento das estruturas de raciocínio sócio-moral dos alunos. Mais uma vez, a chave deste desenvolvimento reside no confronto interpessoal e intrapessoal de ideias diferentes. Solomon (1992), num estudo efectuado com alunos de 17 anos que frequentavam cursos de Ciência, Tecnologia e Sociedade em 14 escolas inglesas (e que envolveu a gravação áudio e a análise da interacção verbal estabelecida durante a discussão de programas de televisão sobre temas controversos) verificou que a utilização repetida de actividades de discussão em pequeno-grupo contribui positivamente para os processos de

argumentação e de reflexão, constituindo uma experiência agradável e significativa em termos de aprendizagem. Na sua opinião, a participação real e genuína dos alunos nas discussões (através da partilha de experiências pessoais, bem como de dúvidas e incertezas sobre novos conhecimentos), apoiada num ambiente de confiança, torna este tipo de actividade de tal forma significativo e memorável que, mesmo passadas duas ou mais semanas, os alunos são capazes de relatar opiniões complexas discutidas em grupo.

Recentemente, algumas investigações realizadas com alunos israelitas do ensino secundário, permitiram constatar um impacto bastante significativo da discussão de estudos de caso sobre questões sócio-científicas controversas, relacionadas com a genética humana e as aplicações da biotecnologia, no nível de conhecimentos científicos e técnicos sobre as temáticas em causa e de capacidades de pensamento de nível elevado (nomeadamente, formulação de questões e argumentação)(Dori, Tal e Tsaushu, 2003; Yerrick, 2000; Zohar e Namet, 2002). Nestes estudos, também foi evidente o interesse suscitado, entre professores e alunos, tanto pela metodologia (discussão de estudos de caso), como pelo tema das actividades utilizadas (implicações ambientais e morais de avanços científicos e tecnológicos controversos). Outros estudos recentes, revelaram potencialidades da análise e discussão de questões sócio-científicas: a) no desenvolvimento de capacidades de raciocínio lógico e moral e de uma compreensão mais profunda da natureza da ciência, em alunos americanos que frequentavam disciplinas da área científica do 9º ao 12º ano e do ensino superior (Sadler e Zeidler, 2004; Zeidler, Walker, Ackett e Simmons, 2003); e b) na aprendizagem de conteúdos de ciência e de tecnologia, em estreita relação com o próprio contexto social que os torna significativos, por alunos espanhóis do ensino secundário (Martín Gordillo e Osorio, 2003).

Estudos realizados em Portugal permitiram constatar potencialidades da discussão de assuntos controversos relacionados com os novos avanços na área da genética e da biotecnologia: a) na estimulação da interacção entre os participantes; b) na avaliação e reformulação de opiniões relativas a questões éticas sobre os temas em discussão; c) no aprofundamento e melhoramento das relações

inter-pessoais dos intervenientes; d) na construção de uma imagem mais humana da ciência e da tecnologia, baseada na compreensão das suas interações com a sociedade; e e) na tomada de consciência das potencialidades e limitações de algumas inovações tecnológicas na área da biotecnologia (Reis, 1997a, 1999b; Reis e Pereira, 1998). A disponibilização de informação relevante e diversificada sobre o assunto em discussão (programas de televisão, entrevistas, colóquios, trechos de livros, jornais e revistas) revelou-se decisiva na estimulação da interação e na exploração e aprofundamento de diferentes perspectivas. Sem ela os alunos limitam-se a discutir as suas perspectivas, frequentemente limitadas (Reis, 1997a).

Apesar de todas as evidências empíricas das potencialidades educativas da discussão de questões controversas, estas actividades não fazem parte das experiências educativas da maioria das aulas de ciências, mesmo quando as questões controversas integram os conteúdos curriculares. Muitos professores evitam a controvérsia com medo dos eventuais protestos dos encarregados de educação e de uma possível falta de controlo durante as discussões (Lickona, 1991; Stradling, 1984). Outros, não possuem capacidades de gestão e orientação de discussões em sala de aula, nem os conhecimentos necessários à discussão de questões sócio-científicas, nomeadamente, sobre a natureza da ciência e os aspectos sociológicos, políticos, éticos e económicos dos assuntos em causa (Newton, 1999; Pedretti, 2003; Simmons e Zeidler, 2003; Stradling, 1984). Outros, ainda, não sabem como avaliar actividades de discussão de questões sócio-científicas (Mitchener e Anderson, 1989) ou sentem-se constrangidos por sistemas de avaliação nacionais que não valorizam esse tipo de temas (Newton, 1999; McGinnis e Simmons, 1999). Vários destes constrangimentos foram evidenciados num estudo recente, realizado em Inglaterra e no País de Gales, sobre a forma como a escola aborda as questões sociais e éticas suscitadas pelos avanços na investigação biomédica (Levinson e Turner, 2001). Através da aplicação de questionários e da realização de entrevistas aos gestores e aos responsáveis pelos departamentos de “Biologia”, “Humanidades” e “Educação Pessoal, Social e Saúde” de 305 escolas, com alunos de idades compreendidas entre os 14 e os 19 anos, procurou-se identificar:

1. A importância atribuída pelos professores (especialmente os professores de ciências) às questões sociais e éticas, resultantes de avanços na investigação biomédica, incluídas no currículo;
2. As estratégias mais utilizadas no ensino de assuntos, com uma dimensão social, moral e ética, incluídos no currículo;
3. Os sucessos e as limitações na concretização de um ensino baseado em problemas;
4. A experiência dos professores na abordagem dos impactos sociais, morais, éticos e legais da investigação genética;
5. O tipo de recursos e de formação considerados necessários, pelos professores, ao apoio de uma aprendizagem baseada em questões associadas a desenvolvimentos científicos.

Este estudo permitiu obter informações interessantes relativamente a vários aspectos:

1. Importância atribuída às questões sociais e éticas: A maioria dos professores inquiridos acredita na importância de ensinarem acerca dos desenvolvimentos na investigação biomédica e de explorarem as questões sociais e éticas por eles suscitadas. Contudo, cerca de dois terços dos participantes no estudo pensam que as questões biomédicas não são suficientemente abordadas nas escolas, em consequência de constrangimentos temporais impostos por um currículo demasiadamente sobrecarregado. Na sua opinião, a abordagem eficaz destes assuntos apenas será possível mediante a eliminação de outros tópicos curriculares menos relevantes. Constatou-se que os tópicos mais abordados nas salas de aula são, em primeiro lugar, a SIDA e, em segundo lugar, as questões científicas, sociais e éticas associadas às novas tecnologias genéticas. A promoção das capacidades de pensamento crítico e de tomada de decisões são as duas razões justificativas mais referidas para o ensino das questões sociais e éticas resultantes da investigação biomédica. Os

professores de ciências reconhecem a importância destas capacidades perante a quantidade de ideias erradas veiculadas pelos meios de comunicação social (nomeadamente, sobre os alimentos geneticamente modificados). No entanto, são principalmente os professores da área de humanidades que recorrem às notícias sobre as novas tecnologias, divulgadas pelos *media*, com o objectivo de promoverem o desenvolvimento de capacidades de interpretação de informação. Poucos professores incidem nas suas aulas em aspectos como a compreensão dos processos de avaliação de riscos ou os direitos e responsabilidades individuais, apesar da sua importância nos debates públicos acerca do consumo de alimentos geneticamente modificados, dos riscos ambientais da introdução de espécies transgénicas e da importância dos direitos dos cidadãos no diagnóstico genético.

2. Estratégias utilizadas: Os professores recorrem a uma variedade de estratégias para o ensino de questões sócio-científicas. A discussão, a exploração de vídeos e o debate são as estratégias mais utilizadas. No entanto, os professores de ciências utilizam menos as discussões e os debates (formais e informais) do que os seus colegas da área de humanidades. Embora os professores de ciências reconheçam o entusiasmo dos alunos pelo debate, consideram que as limitações curriculares e a sua falta de confiança na realização de debates formais e discussões impedem a utilização destas estratégias na sala de aula. Pelo contrário, os professores de inglês, em particular, promovem frequentemente debates ou discussões, revelando experiência na sua gestão. Outra diferença entre os professores das áreas de ciências e das humanidades relaciona-se com a utilização dos *media* na sala de aula. A imprensa sensacionalista é vista, pelos primeiros, como uma fonte de desinformação, preconceito e propaganda acerca das questões biomédicas e, pelos segundos, como uma oportunidade para a análise de pontos de vista. A posição de “advogado do diabo” é frequentemente utilizada pelos professores para estimular o debate e para realçar

argumentos que, de outra forma, não seriam ouvidos. Tanto os gestores das escolas como os professores sublinham, de forma esmagadora, a importância da adopção de uma abordagem equilibrada e não-tendenciosa na discussão de temas controversos, que permita o acesso aos argumentos de todas as facções e a construção de uma decisão fundamentada.

3. Avaliação: A avaliação formal é crucial na determinação da importância e da prioridade atribuída ao ensino de determinado tópico (Millar e Osborne, 1998). Logo, o facto dos currículos de ciência não incluírem critérios eficazes para a avaliação das capacidades e dos conhecimentos necessários à abordagem dos aspectos sociais e éticos emergentes dos desenvolvimentos na investigação biomédica traduz-se numa diminuição da importância atribuída à abordagem destes assuntos. Uma vez que se pretende que os professores discutam questões éticas num contexto de ciência, estes assuntos devem ser sujeitos a avaliação.
4. Em que parte do currículo são abordadas as questões biomédicas?: Constata-se a inexistência de um espaço curricular explícito para uma educação baseada em questões biomédicas. Apesar da disciplina *General Studies* (para alunos com 16 anos ou mais) incluir a abordagem de questões sócio-científicas, esta costuma ser realizada de uma forma bastante superficial (com um nível reduzido de análise) por professores de áreas não-científicas. Por sua vez, as aulas de ciências, marcadas por currículos demasiadamente extensos e carregados de conteúdos e por estratégias de ensino transmissivas, dificultam o pensamento crítico acerca destes assuntos. As questões éticas são pouco abordadas e de forma superficial. Quanto aos currículos da área das humanidades, verifica-se que tendem a estimular o pensamento crítico mais do que os da área das ciências. Contudo, a preparação técnica da maioria dos professores é inadequada a uma exploração crítica de tecnologias em rápida transformação. Em alguns casos, os professores das humanidades podem, inadvertidamente, promover concepções alternativas sobre os

temas em análise em vez de as combater. Apesar das diferentes áreas curriculares apresentarem potencialidades complementares, existe pouca coordenação transversal nas escolas entre os departamentos de ciências e de humanidades.

5. Concepções dos professores acerca da ciência e do ensino de questões sócio-científicas: A maioria dos professores entrevistados e um número considerável dos que responderam aos questionários concebem a ciência como um empreendimento objectivo e livre de valores. Os professores de ciências vêem-se a si próprios a ensinar os factos (e não a discutir opiniões ou aspectos éticos), remetendo a discussão das implicações sociais, morais e éticas da ciência e da tecnologia para as aulas de humanidades. Quando as questões éticas são abordadas nas ciências, são tratadas como motivação inicial e apresentadas de forma resumida e pouco analítica ou crítica. Por outro lado, poucos professores de humanidades mobilizam conhecimento científico na abordagem destes assuntos e muitos não vêem a necessidade de o fazerem.
6. Concepções dos alunos acerca dos avanços na investigação médica: Os participantes neste estudo consideram que os seus alunos sabem muito pouco sobre os aspectos sociais e éticos da ciência biomédica: as suas opiniões fortes sobre esta temática não são fundamentadas em conhecimento ou em evidências. Na opinião dos professores, esta ignorância deve-se a vários factores: a) influência dos progenitores; b) cabeçalhos sensacionalistas de jornais; c) complexidade das questões em causa; d) predominância de visões estereotipadas. Constata-se que a informação dos alunos acerca destes assuntos provém, frequentemente, de cabeçalhos ou panfletos tendenciosos de grupos de pressão. São comuns algumas ideias erradas sobre clonagem e fertilização *in vitro*. Os alunos, especialmente as raparigas e os mais novos, possuem opiniões fortes acerca dos direitos dos animais.

7. Formação em serviço: As necessidades de formação mais referidas pelos professores centram-se nos métodos e nas abordagens para a discussão de questões controversas. Os professores sentem que não possuem a preparação necessária para ensinar aspectos éticos de assuntos controversos, particularmente em áreas científicas. Contudo, a indisponibilidade de tempo é frequentemente apontada como uma limitação para a frequência de acções de formação e os professores questionam-se se será sua função ensinar acerca destes assuntos.
8. Recursos: Uma grande maioria dos professores sente que existe a necessidade de desenvolver recursos educativos que abordem, segundo diferentes perspectivas, as questões sociais e éticas emergentes dos avanços na investigação biomédica. Vídeos, fichas de trabalho de qualidade e informação actualizada acessível a não-especialistas são considerados necessidades prioritárias. Muitos professores gostariam, ainda, de poder contar com a colaboração de especialistas externos.

Estes resultados evidenciam o reconhecimento, por parte dos professores ingleses e galeses, da importância do ensino das questões sociais e éticas resultantes de avanços da investigação biomédica. Contudo, alguns factores parecem comprometer a concretização deste objectivo, nomeadamente: a) a extensão e o excesso de conteúdos dos currículos de ciências; b) as concepções dos professores acerca do ensino da ciência e da abordagem de questões sócio-científicas; c) a falta de preparação dos professores de ciências para a realização de discussões e debates de assuntos controversos; d) a falta de recursos educativos sobre os avanços recentes na investigação biomédica. Constata-se, ainda, que os professores de ciências e de humanidades possuem forças complementares, pois enquanto os professores de humanidades se sentem mais à-vontade com a controvérsia, os professores de ciências possuem um maior conhecimento científico e técnico sobre os temas em causa. Logo, a colaboração poderá revelar-se profícua. No entanto, infelizmente, os professores de ciências e de humanidades raramente colaboram.

Em Portugal, uma investigação qualitativa recente, baseada em estudos de caso, procurou compreender a forma como um grupo de cinco professores da área de ciências naturais do Ensino Secundário, com tempos de serviço e percursos profissionais distintos, tem abordado e integrado assuntos controversos relacionados com ciência e tecnologia nas suas aulas (Reis, 2001; Reis e Galvão, *in press*). A utilização combinada de entrevistas semi-estruturadas, da observação e discussão de aulas permitiu constatar que todos os professores participantes atribuem potencialidades pedagógicas às actividades de discussão de assuntos controversos, nomeadamente:

1. Na construção de uma cultura científica indispensável a uma cidadania participativa;
2. Na construção de conhecimentos relevantes para a vida em sociedade, transmitindo a ideia de que a escola não é uma coisa à parte, dissociada da vida real;
3. Na motivação dos alunos e na estimulação da sua curiosidade;
4. No desenvolvimento intelectual dos alunos, nomeadamente através da promoção de capacidades de pensamento crítico;
5. No desenvolvimento moral dos alunos, através da clarificação de valores;
6. Na construção de um conceito de ciência como empreendimento colectivo, cujo avanço depende decisivamente da discussão;
7. Na modificação de um conceito de ciência como disciplina bem delimitada, com respostas seguras, em que a incerteza, a dúvida e o debate não são admissíveis.

No entanto, este estudo também identificou vários obstáculos à realização de actividades de discussão de assuntos controversos nas aulas de ciências, especialmente no Ensino Secundário. Entre os mais relevantes destacam-se: a) a dificuldade dos professores na gestão dos currículos (simultaneamente, extensos e marcados pela ausência de questões controversas) de forma a disponibilizarem o

tempo necessário à realização deste tipo de actividades; e b) o tipo de exame nacional proposto que induz os professores a prepararem os seus alunos para um tipo de avaliação centrado, quase exclusivamente, na memorização, em detrimento da análise crítica.

Nessa investigação constatou-se, também, que todos os professores entrevistados discutem assuntos controversos nas suas aulas. Contudo, a forma e a frequência com que o fazem varia substancialmente. Para alguns professores, estas discussões restringem-se a conversas informais esporádicas, de curta duração, destinadas a motivar os alunos e a satisfazer a sua curiosidade ou as suas dúvidas. Toda a sua actividade concentra-se num único objectivo: a obtenção de classificações elevadas num exame que privilegia a memorização de informação. Assim, dificilmente disponibilizam tempo para a discussão de assuntos controversos que não consideram como parte integrante do currículo. Optam quase exclusivamente pela exposição como estratégia de ensino. Estes professores preocupam-se com a transmissão da ciência, ocupando as suas aulas com aspectos factuais do currículo, em detrimento dos aspectos processuais e epistemológicos da ciência. Através de aulas expositivas, transmitem uma ideia de ciência como corpo pré-estabelecido de conhecimentos, que os alunos devem dominar.

Outros professores consideram a discussão de assuntos controversos como parte integrante e importante dos currículos de ciências naturais, reconhecendo-lhes potencialidades pedagógicas consideráveis e encontrando formas de ultrapassar eventuais obstáculos à sua realização. Frequentemente, as discussões são realizadas em pequeno e/ou grande grupo, sendo despoletadas por videogramas, trabalhos de pesquisa e artigos de jornais e/ou revistas. A prática pedagógica destes professores centra-se, simultaneamente, no desenvolvimento de capacidades e na construção de conhecimento relevante para a vida. Revelam uma grande flexibilidade na gestão do currículo, preocupando-se mais com as competências desenvolvidas pelos alunos do que com a abordagem rigorosa de todos os tópicos programáticos. Aproveitam as situações inesperadas, as dúvidas e a curiosidade dos alunos como pontos de partida para actividades de pesquisa e de discussão acerca das potencialidades e limitações do conhecimento científico e

tecnológico. Acreditam que este tipo de actividades se revela decisivo no desenvolvimento de capacidades e na construção de conhecimentos relevantes para a vida e indispensáveis a uma cidadania plena. Estes professores procuram que os seus alunos construam noções acerca da ciência, nomeadamente, através da realização de actividades de sala de aula que, na sua opinião, podem elucidar acerca da forma como se constrói o conhecimento científico e tecnológico. Através da discussão de assuntos controversos, transmitem uma imagem de ciência como um empreendimento humano dinâmico, influenciado por hierarquizações de valores, conveniências pessoais, questões financeiras, pressões sociais, entre outros elementos. Assumem que os pareceres dos especialistas se encontram frequentemente em conflito, o que torna imprescindível a avaliação das informações apresentadas pelas facções envolvidas. Logo, realçam a importância do envolvimento dos cidadãos no acompanhamento, avaliação e controlo do progresso científico e tecnológico, bem como das suas implicações.

Constata-se, assim, que apesar de se encontrar subjacente à reforma educativa portuguesa, ocorrida no final dos anos 80, uma filosofia educativa e curricular que realçava os aspectos formativos e de desenvolvimento pessoal e social, bem como a interacção Ciência-Tecnologia-Sociedade, tal facto não teve impacto em todas as salas de aula. Alguns factores parecem dificultar a transição da retórica curricular para a prática pedagógica limitando a concretização do que Valente (1995) considera como o grande desafio ao ensino das ciências em Portugal: a passagem de uma cultura de ciência sem responsabilidade e sem paixão pelos problemas da sociedade para uma cultura de ciência destinada a responder às necessidades pessoais e sociais do ser humano.

Para ultrapassar estes obstáculos é essencial que os professores se consciencializem:

1. do impacto do que ensinam e da forma como ensinam sobre as concepções dos seus alunos acerca da ciência e da tecnologia; e

2. da existência de margens de manobra curricular que permitem a implementação de estratégias e a abordagem de temas não referidos explicitamente nos currículos.

Actualmente, numa fase de implementação de novos currículos de ciências, no Ensino Básico e no Ensino Secundário, que apelam à discussão de temas científicos e tecnológicos polémicos e actuais como forma de preparar os alunos para uma participação activa e fundamentada na sociedade (Galvão, 2001; Galvão e Abrantes, 2002; Ministério da Educação, 2001a, b), torna-se particularmente importante ajudar os professores a interiorizarem a relevância educacional deste tipo de experiência educativa e a desenvolverem o conhecimento didáctico necessário à sua realização em contexto de sala de aula.

2.3 A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA E A COMPREENSÃO DA NATUREZA DA CIÊNCIA

2.3.1 A Compreensão da Natureza da Ciência como Finalidade Educacional

Apesar das controvérsias existentes entre educadores em ciência, historiadores e filósofos acerca do seu significado e da sua pedagogia, a natureza da ciência constitui um aspecto importante dos currículos de ciências de muitos países (Lederman, 1992; Jenkins, 1996). Actualmente, a aprendizagem acerca da natureza da ciência e da sua relação com a sociedade e a cultura é tão valorizada como a aprendizagem de conteúdos e de procedimentos científicos (M. Matthews, 1994; McComas, 2000). Geralmente, a designação natureza da ciência refere-se à epistemologia da ciência, à ciência como uma forma de conhecimento ou aos valores e crenças inerentes ao desenvolvimento do conhecimento científico (Abd-El-Khalick, Bell e Lederman, 1998; Lederman e Zeidler, 1987). Esta expressão é utilizada na educação em ciência como uma descrição do empreendimento científico. A natureza da ciência combina aspectos da história, sociologia e filosofia da ciência com investigação das ciências cognitivas (nomeadamente, da psicologia)

na tentativa de obter uma descrição rica do que é ciência, como funciona, como operam os cientistas como grupo social e como a própria sociedade, simultaneamente, dirige e reage aos esforços científicos (McComas, Clough e Almazroa, 2000). Acredita-se que a intersecção dos vários estudos sociais da ciência proporciona uma imagem mais rica do empreendimento científico. De acordo com Sorsby (2000), o ensino da natureza da ciência representa uma ponte importante entre a cultura dos cientistas em actividade e a cultura científica escolar.

Alguns autores acreditam que não existe uma descrição precisa e válida do empreendimento e do conhecimento científico (Duschl, 1994) e que a natureza da ciência não é universal nem estável (Lederman, 1992). Contudo, nas últimas três décadas, foi alcançado um nível significativo de consenso quanto à descrição da natureza da ciência e quanto às características da ciência que deverão ser abordadas no seu ensino. McComas, Clough e Almazroa (2000), numa análise das recomendações relativas à natureza da ciência de oito documentos curriculares internacionais para o ensino da ciência, identificam as seguintes ideias em comum:

1. O conhecimento científico, apesar de durável, tem um carácter provisório;
2. O conhecimento científico baseia-se fortemente, mas não completamente, na observação, em evidência experimental, argumentos racionais e cepticismo;
3. Não existe um caminho único para fazer ciência (portanto, não existe um método científico universal faseado);
4. A ciência é uma tentativa de explicação dos fenómenos naturais;
5. As leis e as teorias desempenham diferentes funções em ciência, devendo os alunos compreender que as teorias não passam a leis, mesmo perante evidências adicionais;
6. Pessoas de todas as culturas contribuem para a ciência;
7. O novo conhecimento deve ser comunicado de forma clara e aberta;

8. Os cientistas requerem a conservação de registos precisos, a revisão pelos pares e replicabilidade dos resultados de investigação;
9. As observações são influenciadas pela teoria;
10. Os cientistas são criativos;
11. A história da ciência revela um carácter evolutivo e revolucionário;
12. A ciência é parte das tradições sociais e culturais;
13. A ciência e a tecnologia influenciam-se dialecticamente;
14. As ideias científicas são afectadas pelo contexto social e histórico.

Existe uma longa tradição de artigos teóricos sobre os benefícios culturais, educacionais e científicos do ensino acerca da natureza da ciência (M. Matthews, 2000; McComas, Clough e Almazroa, 2000). A compreensão da natureza da ciência tem sido identificada como um dos aspectos essenciais da literacia científica, indispensável à avaliação informada, crítica e responsável das políticas e das propostas científicas e tecnológicas (AAAS, 1993; Cachapuz, Praia e Jorge, 2002b; Driver, Leach, Millar e Scott, 1996; Gago, 1994; Hogan, 2000; Lederman, 1992; Millar e Osborne, 1998; Shamos, 1995). Considera-se que, numa sociedade científica e tecnologicamente avançada, o exercício da cidadania e a democracia só serão possíveis através de uma compreensão do empreendimento científico e das suas interacções com a tecnologia e a sociedade que permita, a qualquer cidadão, reconhecer o que está em jogo numa disputa sócio-científica, alcançar uma perspectiva fundamentada, e participar em discussões, debates e processos decisórios.

Os debates públicos actuais acerca de propostas científicas com impacto social e dos efeitos negativos de algumas tecnologias sobre o ambiente e a saúde pública são rodeados de incerteza. Pretende-se que os decisores políticos e os cidadãos, em geral, se pronunciem e decidam acerca de assuntos para os quais a ciência não proporciona um conhecimento completamente fiável. Torna-se imprescindível que os alunos compreendam o valor deste conhecimento,

independentemente de ser provisório e alvo de contestação. As leis e as teorias da ciência são idealizações que poderão não contemplar todos os aspectos de uma situação complexa: o conhecimento científico poderá constituir apenas um elemento de um processo de tomada de decisão complexo, envolvendo outros elementos (sociais, económicos, éticos e políticos).

Cabe aos professores estabelecer a ponte entre a cultura associada à comunidade de cientistas e o resto da sociedade através da iniciação dos alunos em determinados aspectos da cultura científica (Gago, 1990; Sorsby, 2000). Acredita-se, ainda, que o ensino acerca da natureza da ciência (especialmente acerca dos enquadramentos sociais, institucionais e políticos no interior dos quais a ciência opera) encoraja os alunos a apreciarem a ciência como um empreendimento humano com história, aventuras, personalidades, dramas, disputas, controvérsias, criatividade, normas e princípios éticos (Driver, Leach, Millar, e Scott, 1996). Na opinião de Cachapuz, Praia, Paixão e Martins (2000), o grande objectivo da aprendizagem em ciência deverá consistir na familiarização do aluno com as características do trabalho científico, ajudando-o a compreender os seus percursos, bem como as suas múltiplas facetas, colocando-o numa situação de cidadão activo apto a decidir em situações pluridisciplinares, nas quais a ciência é uma entre as várias vozes da sociedade. Freire Jr. (2003) está convicto de que o desenvolvimento de uma imagem mais realista e multifacetada da ciência (atenta às reflexões críticas da filosofia, da história e da sociologia sobre este empreendimento) poderá contribuir para a melhoria da relação entre a ciência e a sociedade, representando o “melhor antídoto contra tendências irracionalistas contemporâneas” (p. 482).

Contudo, poucos indivíduos possuem uma compreensão elementar acerca do funcionamento do empreendimento científico (McComas, Clough e Almazroa, 2000; Miller, 1988, 1991). Tanto a escola como os agentes de educação não-formal (nomeadamente, os meios de comunicação social) podem ser responsabilizados por esta situação. Vários autores acreditam que a escola contribui, explícita e implicitamente, para a construção de concepções limitadas acerca da natureza da ciência (Duschl, 2000; Monk e Dillon, 2000). Diversos estudos têm revelado que

muitos professores: a) possuem concepções deturpadas acerca do empreendimento científico e dos cientistas (Lederman, 1992; McComas, 2000; Fernández, Gil, Carrascosa, Cachapuz e Praia, 2002); e b) não incluem questões de natureza da ciência nas suas planificações (Abd-El-Khalick, Bell e Lederman, 1998; King, 1991; Lakin e Wellington, 1994). Durante a sua formação inicial e contínua, os professores raramente têm oportunidade de reflectir sobre aspectos da natureza da ciência e, conseqüentemente, tendem a sub-valorizá-los na sua prática de ensino (Lakin e Wellington, 1994; McComas, Clough e Almazroa, 2000; Mellado, 1997). Tanto os professores como os manuais de ciências estão fortemente ligados a uma tradição transmissiva de factos ou produtos finais da ciência e, de um modo geral, negligenciam a forma como este conhecimento é construído (Gallagher, 1991). Para a maioria dos alunos, a descrição da natureza da ciência limita-se a comentários breves sobre alguns parágrafos do início dos manuais (Bentley e Garrison, 1991).

A ciência académica, privilegiando a ilustração, verificação e memorização de um corpo de conhecimentos perfeitamente estabelecido, não controverso, apresenta a ciência como um processo objectivo, isento de valores, que conduz a verdades absolutas, inquestionáveis, através da observação rigorosa de regularidades nos fenómenos e do estabelecimento de generalizações. No entanto, a ciência real é bem diferente. Os especialistas entram frequentemente em conflito pois as controvérsias sócio-científicas não podem ser resolvidas simplesmente numa base técnica, uma vez que envolvem hierarquizações de valores, conveniências pessoais, pressões de grupos sociais e económicos, etc.

Simultaneamente, a acção dos agentes não-formais de educação científica, nomeadamente dos meios de comunicação social, não tem sido a mais adequada ao esclarecimento da população acerca do funcionamento dos empreendimentos científico e tecnológico. Esta situação é particularmente grave pelo facto da actualização científica da população depender, principalmente, da informação veiculada pelos meios de comunicação social (Lewenstein, 2001; Pellechia, 1997). Frequentemente, a televisão e os jornais transmitem uma imagem distorcida da ciência e ideias estereotipadas acerca dos cientistas e da sua actividade, com um impacto considerável nas concepções e na confiança do público acerca dos

empreendimentos científico e tecnológico (Nelkin, 1995). A investigação científica é muitas vezes apresentada como uma actividade esotérica, misteriosa e extremamente complexa, cuja compreensão e prática só está ao alcance de um número restrito de iluminados que vivem completamente isolados e absorvidos pelo seu trabalho. Quer se trate da cobertura noticiosa de Prémios Nobel, de fraudes científicas ou de teorias controversas, os meios de comunicação social descrevem o cientista como um ser superior envolvido em competição por prémios ou prestígio; por vezes, é tal a intensidade da competição que acaba por conduzir a práticas fraudulentas ou pouco éticas. Estas notícias ignoram o processo de produção do conhecimento científico e transmitem um sentimento de assombro relativamente à ciência que contribui para a perpetuação do distanciamento dos cidadãos relativamente à ciência (Nelkin, 1995).

Nos últimos 50 anos, vários estudos têm procurado avaliar o impacto da escola (nomeadamente, das concepções e das práticas dos professores), dos meios de comunicação social e da sociedade, em geral, nas concepções dos alunos sobre a natureza da ciência. Os seus resultados têm servido de base à concepção e implementação de programas de intervenção destinados a promover a reflexão de alunos e professores sobre esta temática e o desenvolvimento de concepções consideradas mais adequadas acerca da natureza da ciência (Abd-El-Khalick e Lederman, 2000; Lederman, 1992).

2.3.2 Concepções e Práticas sobre a Natureza da Ciência

As “concepções” podem ser definidas como estruturas mentais (conscientes ou subconscientes) compostas por crenças (*beliefs*), conceitos, significados, regras, imagens mentais e preferências (Thompson, 1992). Segundo Ponte (1992), as concepções constituem um substrato conceptual fundamental ao pensamento e à acção, proporcionando meios de ver o mundo e de organizar os conceitos. Desta forma, as concepções surgem como perspectivas ou filosofias pessoais. A importância das concepções reside no facto de serem orientadas pelo pensamento

dos indivíduos e influenciarem o seu comportamento, predispondo-os para a acção. A actividade do professor, por exemplo, consiste numa construção complexa baseada nas suas concepções acerca do currículo, da aprendizagem e do ensino (Ponte, 1999). São estas concepções que influenciam: a) a forma como o professor interpreta as finalidades e os objectivos curriculares; e b) o tipo de práticas a que recorre para os alcançar.

O conceito "prática de sala de aula" identifica a sala de aula com um sistema que inclui tanto a actividade do professor como todo o contexto em que se inserem os processos de ensino e de aprendizagem (Krainer e Goffree, 1999). Assim, os processos de sala de aula devem ser entendidos como acontecimentos complexos nos quais o conhecimento, os significados e as normas são construídos socialmente e influenciados por uma variedade de elementos como, por exemplo, a importância e o papel que a sociedade atribui à educação, o currículo, o clima da escola e as controvérsias que marcam a sociedade em que vivemos.

Durante as últimas décadas foram realizados diversos estudos sobre as concepções dos alunos acerca da natureza do empreendimento científico, ou seja, do que é a ciência, de como ela funciona, de como os cientistas trabalham como grupo social e de como a sociedade influencia e é influenciada pelo empreendimento científico (Lederman, 1992; McComas, Clough e Almazroa, 2000). Muitas destas investigações recorreram à aplicação de questionários com itens de escolha múltipla ou de resposta aberta (Canavarro, 1997; Manassero, Vázquez e Acevedo, 2001; Ryan e Aikenhead, 1992; Vázquez e Manassero, 1999) ou à realização de entrevistas aos alunos (Driver, Leach, Millar e Scott, 1996; Ryder, Leach e Driver, 1999). Outras, ainda, envolveram a análise de desenhos, representando um ou dois cientistas, feitos pelos alunos e acompanhados, por vezes, de uma descrição escrita das figuras desenhadas (Chambers, 1983; Fort e Varney, 1989; Matthews, 1994; Matthews e Davies, 1999; Mead e Métraux, 1957).

Cada uma destas metodologias apresenta vantagens e desvantagens na detecção das concepções dos alunos acerca da ciência (Aikenhead, 1988; Driver, Leach, Millar e Scott, 1996; Lederman, Wade e Bell, 2000). Os questionários com

itens de escolha múltipla asseguram a cobertura de um número pré-determinado de aspectos do tema em estudo e uma análise relativamente rápida dos resultados. No entanto, não permitem referências a outros aspectos não previstos no questionário nem a captação da subtilidade e da complexidade das concepções dos alunos; também não asseguram que alunos e investigadores atribuam o mesmo significado às questões formuladas. Por sua vez, os questionários com itens de resposta aberta conferem uma maior liberdade de resposta ao aluno, mas também uma maior liberdade de interpretação ao investigador, pois a redacção das respostas nem sempre é clara e precisa. À semelhança do que acontece com os questionários com itens de escolha múltipla, também não se pode assumir que a pergunta seja compreendida, e respondida, com o significado pretendido pelo questionador. Logo, frequentemente, as respostas dos alunos necessitam de ser clarificadas ou aprofundadas através de entrevista.

Quando as entrevistas são utilizadas como única metodologia, permitem a obtenção de informações na linguagem do próprio indivíduo, sem eventuais limitações impostas pela escrita. A utilização de um guião flexível permite ao entrevistador recolher dados relativos a dimensões inesperadas do tópico em estudo e assegura que os diversos entrevistados respondam às mesmas questões sem, no entanto, exigir uma ordem rígida de resposta. Contudo, a realização das entrevistas, a sua transcrição e posterior análise requerem um dispêndio elevado de tempo e de esforço.

A análise de imagens de cientistas desenhadas pelos alunos permite recolher informações relativamente às características físicas e ao trabalho dos cientistas. Este método consome pouco tempo e costuma ser apreciado pelos alunos (Schibeci e Sorensen, 1983). Por vezes, os desenhos são acompanhados de descrições escritas que facilitam a sua interpretação e permitem a obtenção de dados sobre outros aspectos da natureza da ciência. No entanto, esta metodologia, para além de não permitir aceder a toda a riqueza de dados obtida através das entrevistas, pode induzir à utilização de estereótipos em detrimento das concepções reais dos alunos acerca do cientista.

Os resultados destes estudos têm revelado que os alunos do ensino secundário:

1. Tendem a identificar o objectivo da ciência mais com a produção de artefactos, destinados a resolver problemas da Humanidade, do que com a produção de explicações (Aikenhead, 1987; Driver, Leach, Millar e Scott, 1996);
2. Revelam uma representação indutiva da ciência, considerando que as teorias emergem a partir da observação cuidadosa da natureza (Aikenhead, 1987; Driver, Leach, Millar e Scott, 1996; Larochelle e Désautels, 1991; Leach, Driver, Millar e Scott, 1997; Songer e Linn, 1991; Vázquez e Manassero, 1999);
3. Acreditam que o conhecimento científico é provisório (Ryan e Aikenhead, 1992), podendo sofrer modificações pela acumulação de evidências ou pela obtenção de novos dados através da utilização de mais e melhores instrumentos de observação e medida (Acevedo, 1992; Aikenhead, 1987);
4. Consideram que a acumulação de evidências permite a transformação progressiva das hipóteses em teorias e, destas últimas, em leis bem estabelecidas (factos e observações → hipótese → teoria → lei)(Ryan e Aikenhead, 1992; Vázquez e Manassero, 1997);
5. Defendem a utilização do método científico, ou seja, de um conjunto de regras algorítmicas, como forma de assegurar o carácter científico das investigações (Acevedo, 1992);
6. Identificam a investigação científica, predominantemente, com a investigação médica (Aikenhead, 1987; Fleming, 1987; Ryan, 1987);
7. Não distinguem entre diferentes tipos de actividade científica (Aikenhead, 1987; Fleming, 1987; Ryan, 1987);

8. Tendem a tratar a ciência e a tecnologia como um empreendimento unificado (Aikenhead, 1987; Fleming, 1987; Ryan, 1987; Ryan e Aikenhead, 1992; Vázquez e Manassero, 1997);
9. Aceitam a influência da sociedade na construção de conhecimento científico pelo facto da ciência responder a necessidades humanas mas tendem a ignorar outras formas de influência social (Aikenhead, 1987; Ryan e Aikenhead, 1992);
10. Descrevem os cientistas como pessoas (a) inteligentes, rigorosas, pacientes, determinadas, persistentes e extremamente dedicadas ao seu trabalho (Acevedo, 1992, 1993; Manassero e Vázquez, 2001), (b) treinadas para serem lógicas, metódicas, analíticas e objectivas (Ryan, 1987), (c) que trabalham isolada e individualmente (Driver, Leach, Millar e Scott, 1996), (d) motivadas pelo desejo de descobrir ou inventar para benefício da humanidade (Driver, Leach, Millar e Scott, 1996; Manassero e Vázquez, 2001), (e) preocupadas com os efeitos das suas descobertas (Ryan, 1987) e (f) que deveriam ter um papel de destaque na tomada de decisões sócio-científicas importantes, na medida em que estão mais preparadas para tal (Acevedo, 1992; Fleming, 1987);
11. Tendem a representar o cientista como um homem de idade, careca – por vezes, algo louco ou excêntrico – que usa óculos e bata branca, trabalha sozinho e faz experiências num laboratório ou numa cave (Chambers, 1983; Fort e Varney, 1989; B. Matthews, 1994; Matthews e Davies, 1999; Mead e Métraux, 1957);
12. Acreditam que os conflitos na comunidade científica se devem à falta de informação e a interesses ou orgulho pessoais (Driver, Leach, Millar e Scott, 1996);
13. Consideram que o desempenho individual dos cientistas pode ser melhorado através do contacto social e do intercâmbio de ideias entre pares (Aikenhead, 1987); e

14. Defendem a coordenação da investigação científica pelo governo de forma a assegurar uma maior rentabilização dos financiamentos atribuídos (Fleming, 1987).

Em Portugal, uma investigação realizada por Canavarro (1997, 1999, 2000), envolvendo 500 alunos do 1º ano do Ensino Superior, com formações diversificadas no Ensino Secundário (50% da área científica; 50% de outras áreas), detectou que os alunos: a) concebem a ciência, simultaneamente, como fonte de progresso e de problemas sociais; b) definem ciência e tecnologia de forma autónoma, embora coloquem a tecnologia num plano subsidiário da ciência; c) aceitam a influência da sociedade na ciência e na tecnologia mas manifestam relutância quanto a um controlo destes empreendimentos exercido pelo sector privado, preferindo um modelo de controlo público ou governamental; d) revelam concepções maioritariamente positivistas quanto à natureza da ciência (descrevendo os modelos científicos como cópias da realidade obtidas através de observação e da investigação); e) consideram o trabalho dos cientistas exigente, mas não completamente distinto de outras actividades; e f) estão divididos quanto à eventual influência das ideologias e crenças religiosas dos cientistas na actividade científica.

Este estudo revelou, ainda, que a frequência da área científica no Ensino Secundário se traduziu em diferenças estatisticamente significativas relativamente às concepções sobre: a) a eventual contribuição da ciência e da tecnologia para a resolução de problemas sociais; b) o controlo público da tecnologia; e c) a natureza dos modelos científicos. Os alunos com formação científica acreditam na contribuição da ciência e da tecnologia para a resolução de problemas sociais, defendem o controlo público da tecnologia e evidenciam concepções positivistas sobre a natureza dos modelos científicos. Por sua vez, os alunos sem a formação científica do Ensino Secundário acreditam que a ciência e a tecnologia representam tanto uma fonte de soluções como de problemas sociais, opõem-se ao controlo público dos progressos tecnológicos (por se sentirem incapazes de os acompanhar) e confessam a sua falta de conhecimentos quanto à natureza dos modelos científicos. Estes resultados evidenciam algum impacto das disciplinas de ciências do Ensino Secundário nas concepções dos alunos acerca da natureza da ciência e

das suas relações com a tecnologia e a sociedade. Contudo, o impacto nem sempre foi positivo, traduzindo-se na construção de concepções positivistas acerca da natureza do conhecimento científico.

Solomon (1994b), através da aplicação de um questionário e da realização de entrevistas a cinco turmas de alunos ingleses entre os 11 e os 14 anos de idade, detectou a existência de um leque diversificado de estereótipos sobre os cientistas. Frequentemente, vários destes estereótipos eram referidos pelos mesmos alunos:

1. A imagem caricaturada do cientista – esta imagem, comum nas revistas de banda-desenhada, descreve o cientista como alguém que realiza experiências perigosas, de resultados completamente imprevisíveis, com o objectivo de fazer descobertas.
2. O cientista como vivisseccionista – este estereótipo, frequente entre os defensores dos animais, representa o cientista como uma pessoa sempre disposta a infligir sofrimento em animais inocentes através da realização de experiências com resultados imprevisíveis.
3. O cientista como pessoa que sabe tudo – vários alunos descrevem o cientista como uma pessoa com imensos conhecimentos e que, como tal, conhece antecipadamente os resultados das experiências.
4. O cientista como tecnólogo – a maioria dos alunos concebe o cientista como um inventor de artefactos (e não de conhecimentos) destinados a auxiliar a população.
5. O professor como cientista – a maioria dos alunos também vê os seus professores como cientistas com imensos conhecimentos, que já realizaram as experiências e, portanto, já conhecem a resposta certa.
6. Os alunos como cientistas – alguns alunos consideram que também podem ser cientistas e, recorrendo à sua experiência pessoal nas aulas, descrevem a actividade científica como a realização de experiências que nem sempre funcionam.

7. O cientista como empresário – um pequeno número de alunos descreve o cientista como uma pessoa que, motivada pelo lucro, procura novos conhecimentos e produtos de forma competitiva e desleal.

Várias investigações sugerem que os meios de comunicação são responsáveis pela veiculação de imagens estereotipadas acerca da ciência e dos cientistas. Aikenhead (1988) constatou que os alunos são unânimes na indicação dos desenhos animados – por exemplo, *Bugs Bunny* e *The Muppets* – e dos filmes – *Frankenstein*, *Dr. Jekyll e Mr. Hyde* – como os grandes responsáveis pela veiculação destes estereótipos. Neste estudo, um grupo de 27 alunos de 18 anos foi convidado a reflectir acerca das fontes de informação e de experiências que estavam na origem das suas concepções acerca dos cientistas e do contexto social e tecnológico da ciência. Na sua opinião, os meios de comunicação social representavam as fontes de informação privilegiadas – televisão e filmes: 46%; jornais: 16%; revistas e livros: 11%. A escola era considerada responsável apenas por 18% da informação e das experiências – 10% provenientes das aulas de ciências e 8% das aulas de inglês ou de estudos sociais. Outras fontes menos referidas pelos alunos foram a sua família (8%) e experiências pessoais (2%).

Resultados semelhantes foram obtidos por Fort e Varney (1989) num estudo sobre as concepções acerca dos cientistas que envolveu 1600 alunos americanos dos 8 aos 18 anos. Também aqui, as ideias estereotipadas de cientistas “maus e loucos”, representadas nos desenhos e nos textos dos alunos, provinham de livros e revistas, televisão e filmes – mais uma vez, *Frankenstein*, *Dr. Jekyll e Mr. Hyde* ou, ainda, *Back to the Future*. Contudo, estas representações estereotipadas limitavam-se aos desenhos de cientistas imaginários e não de cientistas reais: nenhum cientista real foi representado como mau ou louco.

Outra investigação mais recente (Matthews e Davies, 1999), envolvendo 132 alunos ingleses do ensino secundário – alunos de 13, 14 e 15 anos – revelou uma influência equilibrada da televisão e da escola nas representações dos cientistas. Estas duas fontes de informação, juntamente com os livros (embora menos significativa) foram as influências mais referidas pelos alunos.

Outros estudos têm evidenciado o impacto do discurso do professor, nomeadamente, da forma como apresenta o conteúdo disciplinar e o empreendimento científico, nas concepções dos alunos acerca da natureza da ciência (Haukoos e Penick, 1983; Lederman, 1986; Munby, 1976; Zeidler e Lederman, 1989). A importância dos manuais escolares na veiculação de imagens acerca da natureza da ciência também tem sido referida por vários autores (Kuhn, 1970; Munby, 1976). Muitos manuais ignoram a acção humana na produção de explicações para os fenómenos e privilegiam uma abordagem indutivista-empiricista (McComas, Clough e Almazroa, 2000; Munby, 1976). As actividades laboratoriais propostas nas aulas de ciências, frequentemente de tipo receita ou verificação, também retratam a ciência como uma retórica de conclusões totalmente divorciada da influência humana (Clough e Clark, 1994).

Perante este quadro, o ensino da natureza da ciência passa a assumir uma posição de destaque na maior parte dos currículos de ciências das últimas décadas. Os currículos passam a integrar conteúdos e metodologias de ensino destinados a promover a reflexão dos alunos sobre esta temática e a construção de concepções mais adequadas acerca da actividade científica e das suas interacções com a tecnologia e a sociedade. Contudo, apesar destas referências curriculares explícitas, muitos professores ignoram-nas e continuam a veicular concepções pouco adequadas acerca da natureza da ciência nas suas aulas (Abd-El-Khalick e Lederman, 2000; Lederman, 1992; McComas, 2000). Mesmo com orientações curriculares rígidas quanto a conteúdos e metodologias, os professores continuam a tomar as decisões com maior impacto na educação dos alunos, constituindo o elemento mais importante na aprendizagem dos mesmos (Duffee e Aikenhead, 1992; McComas, 2000; Mitchener e Anderson, 1989). Apesar da maior parte dos currículos actuais de ciências salientarem a necessidade do ensino veicular determinadas ideias acerca da natureza da ciência, as investigações sugerem que tanto as concepções como as práticas dos professores estão, frequentemente, em desacordo com essas indicações. Fernández, Gil, Carrascosa, Cachapuz e Praia (2002), através de uma meta-análise da investigação mais relevante nesta área (nomeadamente portuguesa), publicada entre 1990 e 2001, revelam que o ensino

das ciências transmite, por acção e omissão, várias visões deformadas da ciência, nomeadamente:

1. Uma concepção empiro-indutivista e ateórica da ciência (a mais referida pela literatura) que realça o papel da observação e da experimentação neutras (não contaminadas por ideias prévias), ignorando o papel essencial das hipóteses e das teorias como elementos orientadores do processo investigativo;
2. Uma concepção rígida da actividade científica, ou seja, uma visão da ciência como um processo algorítmico, preciso e infalível envolvendo um método científico com uma sequência rígida de etapas que valoriza o tratamento quantitativo e o controlo rigoroso, ignorando o papel da criatividade, da invenção e da dúvida na construção do conhecimento científico;
3. Uma concepção aproblemática e a-histórica da ciência que, preocupada exclusivamente com a transmissão de conhecimentos já estabelecidos, ignora os problemas e as dificuldades que estiveram na génese desse mesmo conhecimento, bem como as limitações do conhecimento científico actual;
4. Uma concepção exclusivamente analítica (menos referida pela literatura) que apresenta o conhecimento científico de forma compartimentada e simplificada, ignorando o carácter interdisciplinar da ciência e os processos de unificação e de construção de corpos coerentes de conhecimento, cada vez mais abrangentes, como característica fundamental da evolução do conhecimento científico;
5. Uma concepção meramente cumulativa do desenvolvimento científico, descrevendo-o como um processo linear de simples acumulação de conhecimentos, ignorando as crises, os confrontos, as controvérsias e as reformulações profundas que estiveram na génese desse mesmo conhecimento;

6. Uma concepção individualista e elitista da ciência (bastante referida na literatura), segundo a qual o conhecimento científico resulta da obra isolada de cientistas geniais e especialmente dotados, ignorando a importância do trabalho intra e inter-equipas de investigação na construção desse conhecimento;
7. Uma visão descontextualizada, socialmente neutra, da actividade científica que ignora, ou aborda apenas superficialmente, as relações complexas entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e as implicações sociais, económicas, políticas, éticas, morais e ambientais do conhecimento científico e tecnológico.

Estas visões deformadas da ciência não são de estranhar, pois a maior parte dos professores raramente teve contacto com a actividade científica ou oportunidade de reflectir e de aprender sobre o funcionamento da ciência. Em vários países, os cursos de formação inicial de professores não valorizam nem proporcionam os conhecimentos necessários ao ensino da natureza da ciência: centram-se na aquisição dos produtos intelectuais da ciência e ignoram o processo de produção de conhecimento (Gallagher, 1991; M. Matthews, 1994). Logo, os professores tendem a sub-valorizar a natureza da ciência na sua prática de ensino (Lakin e Wellington, 1994; McComas, 2000), limitando-se a transpor os modelos de trabalho dos seus formadores, marcados pelo domínio da dimensão pedagógica e pela desvalorização ou inexistência de reflexão epistemológica consciente (Cachapuz, Praia, Paixão e Martins, 2000; Praia e Cachapuz, 1998). Alguns estudos têm permitido constatar que a falta de reflexão epistemológica entre os professores se traduz em concepções mal definidas, e mesmo contraditórias, que não podem ser associadas de forma consistente com uma orientação filosófica específica (Acevedo, 1994; Koulaidis e Ogborn, 1989; Lakin e Wellington, 1994; Mellado, 1997, 1998). Outras investigações revelam que, apesar de alguns professores estarem convictos da importância da história e da filosofia da ciência, não possuem o conhecimento de conteúdo e/ou o conhecimento didáctico necessário à integração destes tópicos no seu ensino (King, 1991).

Perante esta situação, o reforço da compreensão dos professores acerca da natureza da ciência também passa a constituir um objectivo prioritário de muitas instituições de formação de professores e o foco de várias investigações. Portanto, ao longo das últimas décadas, têm sido concebidos vários programas, dirigidos tanto a alunos como a professores, destinados a promover a reflexão sobre esta temática e a construção de concepções mais adequadas acerca do empreendimento científico e dos cientistas (Abd-El-Khalick e Lederman, 2000). Inicialmente, partiu-se do pressuposto de que os participantes nestes programas poderiam aprender acerca da natureza da ciência de forma implícita, ou seja, através da participação em actividades investigativas sobre temas de ciência. Considerava-se, por exemplo, que a participação em projectos de investigação científica proporcionaria aos professores uma compreensão mais adequada da natureza da ciência. Contudo, várias investigações revelaram a ineficácia deste tipo de abordagem tanto no ensino secundário, como na formação de professores (Lederman, Schwartz, Abd-El-Khalick e Bell, 2001; McComas, Clough e Almazroa, 2000; Meichtry, 1992; Spears e Zollman, 1977).

Actualmente, os programas de intervenção privilegiam uma abordagem explícita que, em vez de encarar as concepções dos alunos como um efeito colateral ou um produto secundário de determinadas actividades de ensino, chama a atenção dos participantes, de forma explícita e intencional, para aspectos relevantes da natureza da ciência através de discussão, reflexão orientada e questionamento específico no contexto de actividades, investigações e estudos de caso. Desta forma, a natureza da ciência representa mais um conteúdo curricular que deve ser ensinado e avaliado de forma explícita. Diversos estudos têm evidenciado a eficácia da abordagem explícita na promoção de concepções adequadas acerca do empreendimento científico (Abd-El-Khalick, Bell e Lederman, 1998; Akindehin, 1988; Ryder, Leach e Driver, 1999).

Ambas as abordagens baseiam-se no pressuposto de que as concepções dos professores acerca da natureza da ciência, desenvolvidas durante os programas de intervenção, têm impacto na sua prática de sala de aula. De facto, alguns estudos têm revelado a existência de relações entre a prática dos

professores de ciências e as suas perspectivas e filosofias pessoais (Brickhouse, 1990; Cross e Price, 1996; Czerniak e Lumpe, 1996; Gallagher, 1991; Hashweh, 1996; van Rooy, 1999). Contudo, a congruência entre as concepções dos professores acerca da natureza, do ensino e da aprendizagem das ciências e a prática de sala de aula está longe de ser um dado adquirido.

No que respeita às eventuais relações entre as concepções dos professores acerca do ensino e da aprendizagem das ciências, em geral, e as suas práticas de sala de aula, os resultados de investigação são algo díspares. Enquanto alguns estudos revelam relações entre estas duas variáveis (Koulaidis e Ogborn, 1995; Tobin e Espinet, 1989), outros evidenciam algumas discrepâncias entre as ideias dos professores acerca do ensino e da aprendizagem das ciências e a sua prática de sala de aula (Freire, 1999; Gess-Newsome e Lederman, 1993; Mellado, 1998). Conforme refere Tobin (1993), a congruência entre concepções e práticas requer esquemas de acção práticos, coerentes com as concepções, que os professores nem sempre possuem.

Simultaneamente, a assunção de que as concepções dos professores acerca da natureza da ciência se relacionam directamente com a prática de sala de aula também tem sido posta em causa por várias investigações (Lederman, 1992, 1999; Lederman e Zeidler, 1987; Mellado, 1997; Tobin e McRobbie, 1997). Vários factores parecem afectar a congruência entre as concepções dos professores acerca da natureza da ciência e a sua prática lectiva: a) experiência na gestão e organização da aula; b) experiência de ensino; c) pressão para cobrir os conteúdos; d) limitações impostas pelos orientadores de estágio ou pelas instituições; e) nível de conhecimentos acerca da natureza da ciência ou dos recursos necessários ao seu ensino; f) nível de conhecimento dos conteúdos disciplinares; g) objectivos educacionais definidos e privilegiados pelos professores; h) importância que atribuem ao ensino da natureza da ciência; e i) intenção de abordarem explicitamente essa temática (Abd-El-Khalick, Bell e Lederman, 1998; Brickhouse e Bodner, 1992; Duschl e Wrigth, 1989; Freire, 1999; Lederman, 1999; Lederman, Schwartz, Abd-El-Khalick e Bell, 2001; Schwartz e Lederman, 2002).

Em Portugal, um estudo recente, de natureza qualitativa, envolvendo cinco professores de Ciências Naturais com diferentes tempos de serviço e distintos percursos profissionais e pessoais, também permitiu detectar alguns factores que influenciam a consistência entre as suas concepções epistemológicas e a prática de sala de aula (Reis, 2001; Reis e Galvão, *in press*). A análise conjunta das informações obtidas, ao longo de um ano lectivo, através de entrevistas e de observação de aulas, revelou que a congruência entre as concepções desses professores acerca da natureza da ciência (marcadas pelo carácter transitório e controverso da ciência e da tecnologia) e a sua prática de sala de aula foi fortemente influenciada pelos objectivos educacionais definidos por cada um deles e pelas suas experiências prévias com a actividade científica. No caso de um dos professores, a consistência foi dificultada pelo objectivo prioritário previamente definido para as suas aulas: ajudar os alunos a obter classificações elevadas num exame que valoriza a memorização de uma grande quantidade de factos, teorias e leis. No caso de outros três professores, a consistência foi elevada graças ao objectivo educacional que defendem acerrimamente: proporcionar uma vivência real do que é a ciência. Para além deste factor, a experiência anterior de dois destes professores como investigadores científicos, bem como o consequente conhecimento profundo desse outro mundo, também poderá ter facilitado a congruência entre as suas concepções e prática.

Constata-se, assim, que o ensino acerca da natureza da ciência é um objectivo educacional complexo e exigente. A preparação dos professores para a concretização deste objectivo requer, entre outros aspectos: a) o questionamento e a discussão das suas concepções prévias acerca desta temática; b) a promoção explícita de uma compreensão mais real do empreendimento científico e das suas potencialidades, limitações e interacções com a tecnologia e a sociedade; c) o desenvolvimento do conhecimento didáctico necessário ao ensino deste tópico; e d) a consciencialização dos docentes relativamente à importância deste objectivo.

2.4 CONHECIMENTO E DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL DOS PROFESSORES

2.4.1 Conhecimento Profissional do Professor

Planear e ensinar são actividades cognitivas complexas nas quais o professor aplica conhecimento diversificado (Leinhardt e Greeno, 1986; Magnusson, Krajcik e Borko, 1999; Resnick, 1987). Este conhecimento, construído durante a sua experiência como aluno e como professor, tem um grande impacto no que se passa nas suas aulas e na forma como se relaciona com os alunos e a comunidade educativa em geral. Durante as últimas décadas, a investigação educacional tem procurado compreender a natureza, o conteúdo e a estrutura do conhecimento profissional do professor.

De acordo com Schön (1987, 1992), um dos autores mais marcantes nesta área, o conhecimento profissional do professor tem uma natureza tácita e intuitiva e está implícito na acção, sendo impossível de compreender separado dessa mesma acção. Na sua opinião, este “conhecimento na acção” consiste num “saber fazer”, simultaneamente teórico e prático, difícil de descrever e explicar, que permite agir em contextos imprevisíveis e complexos. Frequentemente, o professor desconhece a sua origem e limita-se a utilizá-lo espontaneamente, sem pensar nele antes ou durante a sua mobilização. Portanto, o conhecimento profissional pode ser reconhecido, principalmente, pela forma como o professor orienta a sua prática.

Schön considera que o conhecimento profissional do professor se baseia na experiência e na reflexão sobre a experiência, podendo ser mais ou menos informado pelo conhecimento académico. A reflexão pode ser de três tipos: a reflexão na acção (que decorre durante a prática, permitindo a sua eventual reformulação), a reflexão sobre a acção (implicando a revisão do acontecimento fora do seu cenário) e a reflexão sobre a reflexão na acção (um olhar retrospectivo, em que se reflecte sobre o momento da reflexão na acção). Os dois primeiros tipos de reflexão envolvem a análise do acontecimento, apenas variando quanto ao momento em que decorre: durante ou após a prática. Através da “reflexão sobre a

acção”, os professores tomam consciência do seu conhecimento tácito e das suas concepções erróneas e reformulam o pensamento. A “reflexão sobre a reflexão na acção” é um processo em que o professor procura interpretar e compreender o momento da reflexão na acção. Envolve uma reflexão sobre o sucedido, o significado que se lhe atribuiu e outros significados que eventualmente se lhe possam atribuir (Schön, 1992). Representa uma reflexão orientada para a acção na medida em que ajuda a compreender novos problemas, a construir soluções e a orientar acções futuras.

Também Ponte e Oliveira (2002) descrevem o conhecimento profissional do professor como um conhecimento específico que se desenvolve e consolida através da experiência e da reflexão sobre a experiência. Contudo, consideram que tanto os saberes construídos na acção como a formação inicial e a interacção com colegas de profissão contribuem para a construção deste conhecimento. Desta forma, conferem uma origem dupla ao conhecimento profissional do professor: a) a experiência pessoal directa e a reflexão sobre essa experiência; e b) a interacção social.

De acordo com Elbaz (1983), o conhecimento profissional do professor distribui-se por cinco domínios ou componentes fortemente interligados:

1. O *conhecimento de si mesmo*, incluindo tudo o que o professor conhece sobre si próprio, os seus valores e desejos, o seu auto-conceito, o seu posicionamento na escola e na sala de aula, os seus recursos e capacidades. Trata-se de um domínio pouco referido que, na opinião desta autora, influencia toda a actividade docente e contribui decisivamente para a unidade do conhecimento profissional.
2. O *conhecimento do contexto de ensino*, integrando conhecimentos relativos ao sistema educativo, à comunidade, à escola, ao projecto educativo, aos colegas de profissão, aos órgãos de gestão, aos encarregados de educação e, principalmente, aos seus alunos.
3. O *conhecimento do conteúdo de ensino*, incluindo tanto o conhecimento dos diferentes tópicos específicos como as concepções do professor

sobre a área disciplinar que lecciona (nomeadamente, sobre a sua natureza e relação com o real).

4. O *conhecimento do currículo*, ou seja, o conhecimento (a) dos diferentes currículos da sua área disciplinar, (b) das suas finalidades e orientações gerais, (c) dos materiais, actividades, abordagens e estratégias a utilizar.
5. O *conhecimento instrucional*, respeitante às concepções do professor sobre o ensino, a aprendizagem, a avaliação e a organização e gestão do tempo e das actividades de sala de aula.

Esta estrutura tem sido adaptada, com maiores ou menores alterações, por outros autores. Carlsen (1999), por exemplo, propôs uma estrutura semelhante para o conhecimento profissional dos professores de ciências, também ela baseada em cinco grandes domínios (Figura 1):

1. O *conhecimento do contexto educativo em geral* (sistema educativo, política educativa, comunidade, escola e alunos em geral);
2. O *conhecimento do contexto educacional específico* (relativo às turmas e aos alunos específicos com os quais trabalha);
3. O *conhecimento pedagógico geral* (noções gerais sobre o ensino, a aprendizagem e a gestão de sala de aula);
4. O *conhecimento de conteúdo disciplinar* (relativo à natureza e às estruturas sintáctica e substantiva da ciência); e
5. O *conhecimento pedagógico de conteúdo* (*pedagogical content knowledge*)(um conhecimento que lhes permite seleccionar as estratégias mais adequadas ao ensino de conteúdos específicos a alunos com determinadas características).

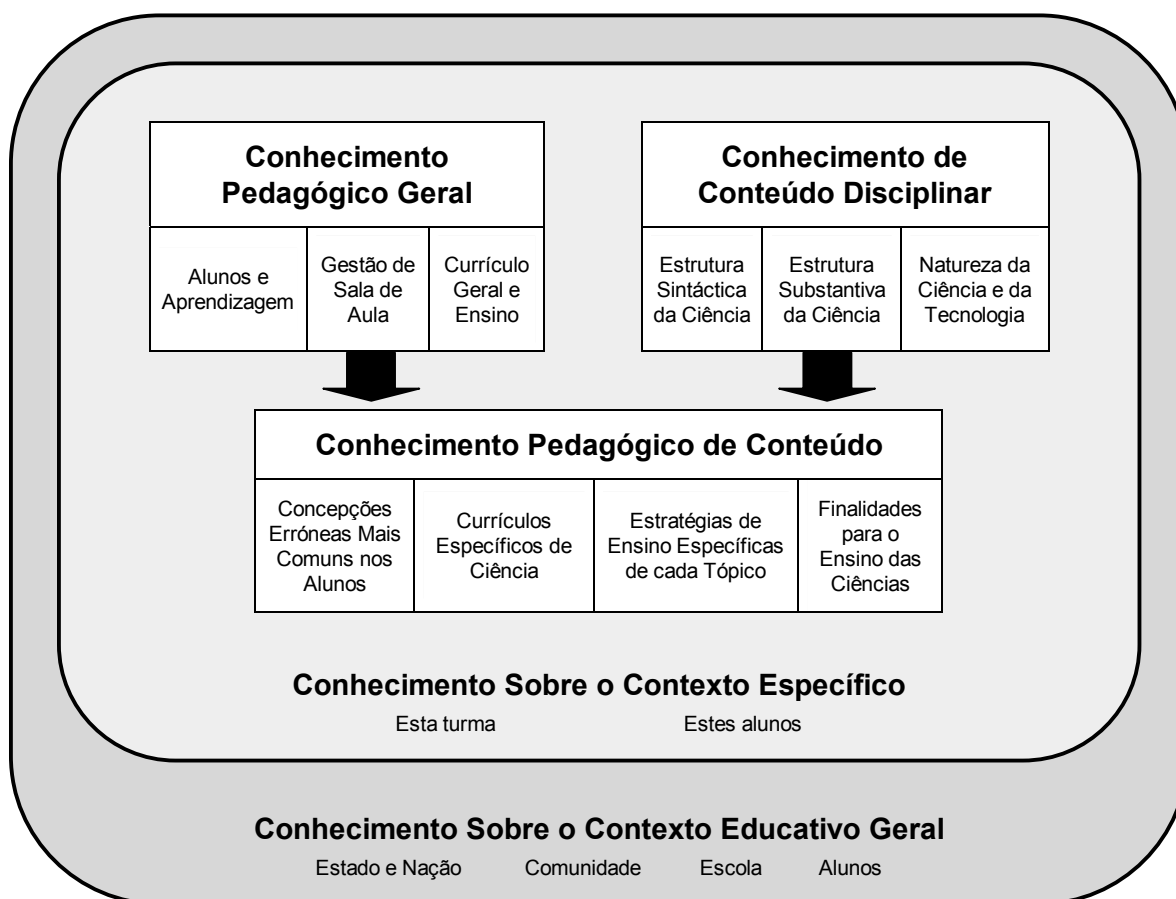


Figura 1 – Domínios do Conhecimento do Professor de Ciências (Carlsen, 1999)

O conhecimento pedagógico de conteúdo (CPC) representa um domínio exclusivo dos professores (Shulman, 1986, 1987) que reúne um conjunto de conhecimentos, fundamentais para o exercício da profissão docente, relativos à “forma de representar e formular o conteúdo para o tornar compreensível” (Shulman, 1986, p. 9). Desta forma, o professor surge como um mediador que transforma o conteúdo disciplinar em representações compreensíveis pelos alunos. O CPC resulta da transformação e integração de vários domínios de conhecimento necessários para o ensino (nomeadamente, o conhecimento de conteúdo disciplinar e o conhecimento pedagógico geral), em consequência dos processos de planeamento, ensino e reflexão de assuntos disciplinares específicos. Trata-se de um constructo difícil de avaliar em virtude da impossibilidade de ser observado directamente e das dificuldades dos professores em explicitá-lo (Baxter e Lederman, 1999).

Os trabalhos de Grossman (1990), Tamir (1988) e Magnusson, Krajcik e Borko (1999) permitiram identificar cinco vertentes no conhecimento pedagógico de conteúdo necessário para o ensino das ciências (Figura 2):

1. *As orientações relativamente ao ensino e à aprendizagem das ciências*, ou seja, as concepções dos professores acerca das finalidades e dos objectivos do ensino e da aprendizagem das ciências, num determinado nível de escolaridade, que orientam as suas decisões relativamente ao planeamento, concretização e reflexão sobre o ensino;
2. *O conhecimento dos currículos de ciências*, nomeadamente, das suas finalidades e objectivos, bem como dos materiais relevantes para o ensino desse domínio particular da ciência e dos seus tópicos específicos;
3. *O conhecimento da forma como os alunos compreendem a ciência*, ou seja, os conhecimentos e as crenças dos professores quanto (a) aos pré-requisitos necessários à aprendizagem de conteúdos específicos, (b) às várias abordagens utilizadas pelos alunos na aprendizagem desses conteúdos, (c) às dificuldades evidenciadas na aprendizagem de cada tópico e (d) às causas destas dificuldades. Este conhecimento permite que os professores definam a estratégia mais adequada ao desenvolvimento de conhecimentos científicos específicos pelos alunos;
4. *O conhecimento sobre a avaliação em ciências*, nomeadamente das diferentes dimensões de aprendizagem a avaliar e das metodologias mais adequadas a essa mesma avaliação;
5. *O conhecimento das estratégias de ensino* adequadas ao ensino das ciências em geral e de cada tópico em particular.

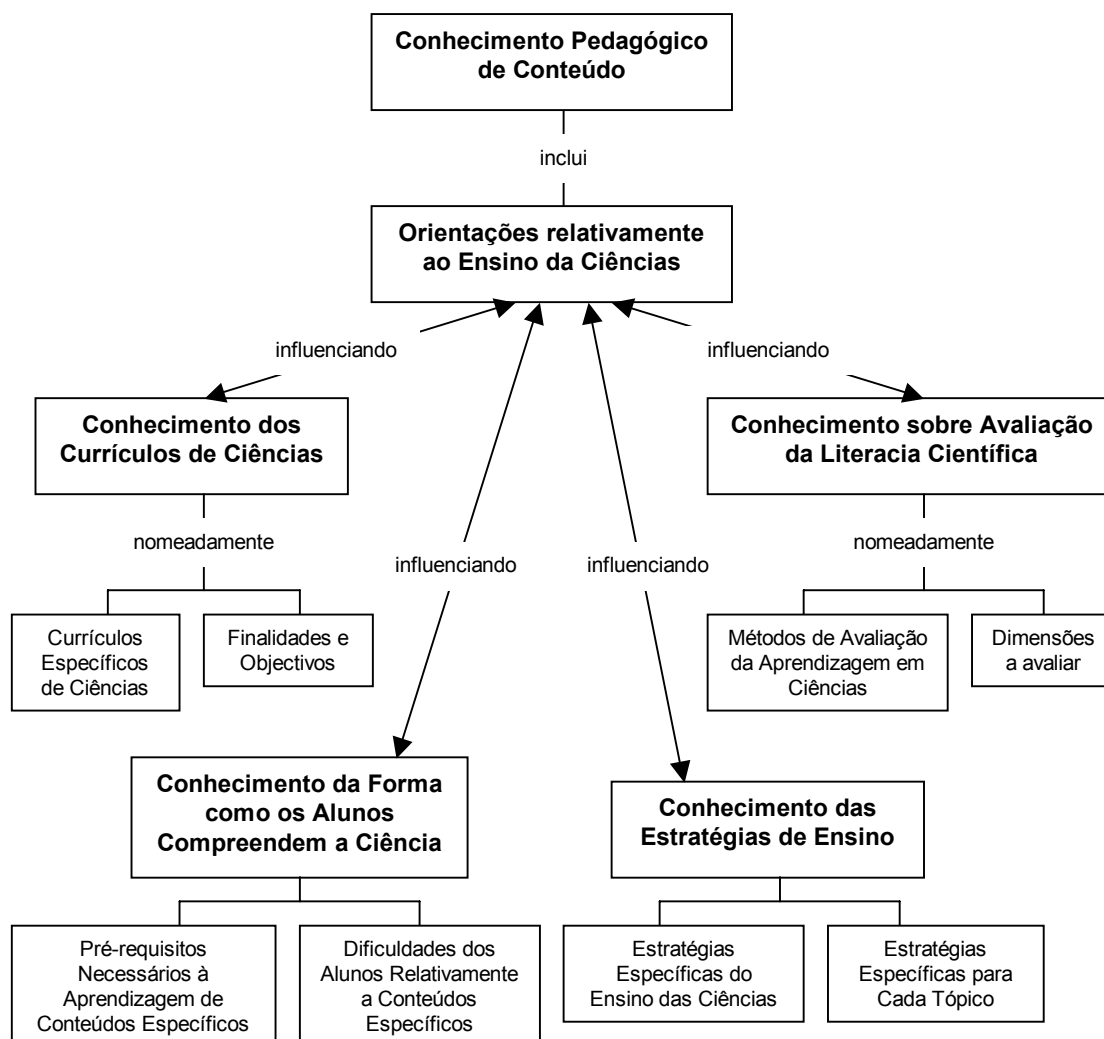


Figura 2 – Os Componentes do Conhecimento Pedagógico de Conteúdo para Professores de Ciências (Magnusson, Krajcik e Borko, 1999)

Ponte (1994a) manifesta-se criticamente em relação à tradução portuguesa da expressão *pedagogical content knowledge*: conhecimento pedagógico de conteúdo. Considera que, além de não ter o mesmo significado da expressão inglesa, constitui uma redundância pois o conhecimento pedagógico (ou didáctico) pressupõe sempre um conteúdo de ensino. Logo, recorre à expressão conhecimento didáctico para descrever a vertente do conhecimento profissional que intervém directamente na prática lectiva. Na sua opinião, o conhecimento didáctico

articula-se com outros domínios do conhecimento profissional do professor como, por exemplo, o conhecimento de si mesmo (Elbaz, 1983) e o conhecimento na acção relativo à prática lectiva, à prática não lectiva, à profissão e ao desenvolvimento profissional. Segundo Ponte e Oliveira (2002), o conhecimento didáctico inclui quatro grandes vertentes:

1. O *conhecimento do conteúdo*, ou seja, a interpretação que o professor faz dos aspectos específicos do saber que ensina, nomeadamente, dos seus conceitos e procedimentos fundamentais (indicados nos respectivos programas) e das suas conexões internas (relações estabelecidas entre diversos tópicos) e externas (relações com outras disciplinas e áreas do conhecimento);
2. O *conhecimento do currículo*, que engloba as interpretações do professor sobre as grandes finalidades e objectivos, a organização dos conteúdos, os materiais e as metodologias a utilizar e as dimensões a avaliar. Este conhecimento fundamenta as decisões do professor relativamente à orientação e gestão do processo de ensino-aprendizagem;
3. O *conhecimento dos alunos e dos seus processos de aprendizagem*, nomeadamente, dos seus interesses, preferências, valores, referências culturais, processos de aprendizagem e competências cognitivas e sócio-afectivas. Todos estes conhecimentos, nem sempre compatíveis com as teorias académicas dominantes, são fundamentais para o exercício e êxito da actividade do professor; e
4. O *conhecimento do processo instrucional* que inclui aspectos fundamentais como a planificação das aulas, a concepção das tarefas e tudo o que respeita à realização das aulas (formas de organização do trabalho dos alunos, de promoção de ambientes de interacção e de aprendizagem específicos, de avaliação das aprendizagens dos alunos e do desempenho do professor).

A construção do conhecimento didáctico não é um processo simples. O carácter pessoal desta vertente do conhecimento profissional e a sua ligação à

acção e à reflexão sobre a experiência implicam que o seu desenvolvimento não dependa exclusivamente da aprendizagem de conteúdos científicos, teorias educacionais e didáctica. Apenas o envolvimento dos professores na reflexão sobre as suas experiências permite alicerçar a autoridade racional e tradicional da formação com a autoridade da sua experiência pessoal.

2.4.2 Desenvolvimento Profissional do Professor

Actualmente, o desenvolvimento profissional dos professores é entendido como um processo complexo de desenvolvimento tanto pessoal como social, alicerçado em conhecimentos científicos e pedagógicos, condicionado por factores de natureza cognitiva, afectiva e social, animado por interacções sociais, vivências, experiências, reflexões e aprendizagens, ocorridas nos contextos em que se desenvolve a sua actividade profissional (Day, 1999; Loucks-Horsley, Hewson, Love e Stiles, 1998; Ponte 1994b, 1998).

Day (1999) considera que o desenvolvimento profissional engloba todas as experiências de aprendizagem formais e informais que beneficiam o professor, directa ou indirectamente, contribuindo para a qualidade do seu desempenho com os alunos. Descreve o desenvolvimento profissional como um processo complexo (baseado numa dialéctica entre acção e reflexão) através do qual o professor, individualmente ou com outras pessoas (nomeadamente, colegas e investigadores), reformula as suas orientações pessoais relativamente às finalidades do ensino e desenvolve, de forma crítica, o conhecimento, as técnicas e a inteligência (cognitiva e afectiva) indispensáveis ao exercício de uma prática de qualidade no contexto da escola. Na sua opinião, trata-se de um processo interno de crescimento e desenvolvimento gradual, fundamentado no pensamento e na acção dos professores, com uma dimensão emocional considerável na medida em que decorre apenas quando compensa afectivamente e se traduz em satisfação pessoal e profissional.

Segundo Loucks-Horsley, Hewson, Love e Stiles (1998), qualquer iniciativa de desenvolvimento profissional envolve a disponibilização de oportunidades de desenvolvimento de novos conhecimentos, capacidades, abordagens e disposições que permitam aos professores melhorar a sua eficácia na sala de aula e nas organizações onde trabalham. Acreditam que estas iniciativas não se devem centrar unicamente em conhecimentos de fontes externas e em resultados de investigação, mas também valorizar os conhecimentos internos ao professor e construídos na prática. Consideram que o desenvolvimento profissional implica um comprometimento com a aprendizagem contínua e, como tal, não deve ser confundido com a participação obrigatória em cursos de formação.

Uma posição semelhante é defendida por Ponte (1994b, 1998), ao referir que o conceito de desenvolvimento profissional implica uma ruptura com a perspectiva clássica da formação, marcada por uma lógica escolar e pelo recurso a cursos, de maior ou menor duração, organizados em torno de temas, destinados a colmatar as “deficiências” de conhecimento do professor (relativamente a conteúdos disciplinares, assuntos pedagógicos ou questões meramente instrumentais), através da transmissão de informação. Na sua opinião, o desenvolvimento profissional: a) não depende exclusivamente de cursos, podendo ocorrer de múltiplas formas (participação em projectos, partilha de experiências, leituras, reflexões, entre outras); b) integra a teoria e a prática; c) promove a individualidade em vez da normalização; d) encara o professor como sujeito da formação e não como simples objecto; e) dedica uma atenção especial às suas potencialidades; f) implica o professor na sua globalidade, ou seja, nos seus aspectos cognitivos, afectivos e relacionais; e g) atribui-lhe o poder decisório relativamente às questões a estudar, aos projectos a empreender e ao modo de os executar.

De acordo com este autor, o desenvolvimento profissional do professor consiste num processo de crescimento da sua competência nos diversos domínios onde actua, ou seja, tanto na prática lectiva como nas restantes actividades, interiores e exteriores à escola, nomeadamente, a relação com os seus colegas, o envolvimento em projectos de âmbito disciplinar e interdisciplinar, bem como a participação em movimentos ou associações profissionais. Portanto, abrange

aspectos de didáctica, de acção educativa mais geral e de interacção com as comunidades escolar e extra-escolar. Ponte (1994b, 1998) defende que o desenvolvimento profissional do professor depende da criação de dispositivos e contextos – baseados nas escolas mas com fortes ligações ao exterior – que estimulem o seu envolvimento activo, ao longo de toda a sua carreira, na resolução dos problemas com que deparam no seu dia-a-dia e na reflexão sobre o seu posicionamento profissional.

Contudo, o processo de desenvolvimento pode ser difícil e complexo pois envolve alterações a diversos níveis: crenças, conhecimentos e práticas (Day, 1999). Raramente implica a substituição completa de modelos didácticos, envolvendo, isso sim, re-posicionamentos progressivos através de apropriações parcelares (Gunstone e Northfield, 1994; Tal, Dori, Keiny e Zoller, 2001). Para que as orientações pessoais (concepções) dos professores possam sofrer estas modificações tornam-se indispensáveis dois factores (Feldman, 2000):

1. Em primeiro lugar, o professor deverá constatar a ineficácia e o insucesso das suas concepções;
2. Em segundo lugar, deverá dispor de uma nova orientação que lhe pareça razoável, compreensível, benéfica em situações particulares e em sintonia com os seus objectivos pessoais.

As alterações ao nível das concepções dificilmente se concretizarão quando: a) o professor está satisfeito com determinados modelos didácticos consolidados pela sua experiência profissional; b) existe coerência entre os seus objectivos, concepções e prática docente; ou c) existem factores no sistema educativo e na sociedade que reforçam modelos tradicionais e obstaculizam a mudança didáctica (Davis, 2003; McRobbie e Tobin, 1995; Mellado, 2001, 2003). O desenvolvimento profissional deverá ter em conta os múltiplos obstáculos e dificuldades, nomeadamente, de natureza emocional – a motivação, disponibilidade, compromisso e estabilidade emocional dos professores (Day, 1999) – e de natureza social – a cultura educativa do seu grupo profissional e da instituição em que trabalham (B. Bell, 1998; Davis, 2003). Conforme já se referiu, trata-se de um

processo que depende, simultaneamente, da razão e da emoção (Day, 1999). As mudanças raramente se consolidam de forma individual e num ambiente cultural e social hostil. Assim, torna-se indispensável que as iniciativas de desenvolvimento profissional encarem o professor como membro de uma comunidade, de um grupo com determinada cultura, proporcionando experiências de desenvolvimento colectivo que reforcem a coesão do grupo e estimulem o trabalho colaborativo como estratégia de superação de dificuldades (Anderson e Helms, 2001; Davis, 2003).

Vários autores (Anderson e Mitchener, 1994; Loucks-Horsley, Stiles e Hewson, 1996; NRC, 1996) consideram que as experiências de desenvolvimento profissional eficazes:

1. São orientadas por ideias claras e precisas sobre a aprendizagem e o ensino em sala de aula – por exemplo, (a) o comprometimento com uma educação científica alargada a toda a população, (b) a estimulação da discussão como estratégia de promoção de competências cognitivas e sócio-afectivas, ou (c) a ênfase numa aprendizagem baseada na resolução de problemas.
2. Utilizam os conhecimentos e as capacidades dos professores como pontos de partida para a mudança. Logo, estimulam os professores a explicitarem e a reflectirem sobre o seu conhecimento prático, nomeadamente, as suas concepções e preocupações.
3. Proporcionam aos professores a oportunidade de construírem os seus próprios conhecimentos e capacidades contribuindo, por exemplo, para o desenvolvimento do conhecimento de conteúdo e do conhecimento didáctico dos professores.
4. Utilizam ou modelam as estratégias que os professores irão utilizar com os seus alunos, por exemplo, proporcionando experiências de investigação, trabalho colaborativo e reflexão.
5. Constroem comunidades de aprendizagem, encorajando os professores a partilharem as suas dificuldades e problemas com os seus colegas, a

colaborarem na procura de soluções, a assumirem riscos, a experimentarem novas abordagens, a aprenderem com as experiências e a reflexão conjuntas.

6. Apoiam os professores a assumirem papéis de liderança, nomeadamente, como orientadores de outros professores, agentes de mudança e promotores de reforma.
7. Proporcionam ligações a outras partes do sistema educativo, através da sua integração com outras iniciativas da escola, da área educativa ou da comunidade.
8. Avaliam-se e aperfeiçoam-se constantemente de forma a assegurar impactos positivos na eficácia dos professores, na aprendizagem dos alunos, na liderança e na comunidade escolar.

Estes princípios traduzem um alargamento do foco do desenvolvimento profissional de forma a englobar tanto os professores como as organizações onde estes exercem a sua actividade. O desenvolvimento profissional pretende, cada vez mais, apoiar as organizações escolares na concepção dos sistemas e das estruturas de apoio a uma aprendizagem contínua, adequada aos seus professores, alunos e contexto escolar.

Qualquer programa, iniciativa ou plano de desenvolvimento profissional utiliza uma variedade de estratégias combinadas entre si, de acordo com objectivos e contextos específicos. Cada estratégia, com os seus propósitos específicos, adequa-se às características particulares dos participantes e a determinadas fases de um processo de mudança. A selecção das estratégias é influenciada: a) pelos objectivos que se pretendem atingir; b) pelos pressupostos que lhes estão subjacentes – isto é, determinadas concepções acerca do ensino, da aprendizagem e do desenvolvimento profissional; e c) pelas características do contexto específico a que se destinam – nomeadamente, concepções e práticas dos professores, características dos seus alunos e recursos disponíveis.

Entre as diversas estratégias consideradas adequadas a iniciativas de desenvolvimento profissional e pessoal dos professores de ciências podem referir-se as seguintes (Loucks-Horsley, Hewson, Love e Stiles, 1998; Magnusson, Krajcik e Borko, 1999; Putnam e Borko, 2000):

1. Imersão em actividades de aprendizagem – Através desta estratégia pretende-se que os professores experimentem as abordagens, as estratégias ou as actividades que se supõe virem a utilizar com os seus alunos. Considera-se que os professores, à semelhança dos seus alunos ou de qualquer outra pessoa, aprendem através da experiência directa e da construção dos seus próprios significados, a partir da integração dessas experiências com conhecimentos prévios. Para que os professores proponham determinado tipo de abordagem, estratégia ou actividade nas suas aulas, necessitam primeiro de experimentar e de compreender por si próprios os processos envolvidos na aprendizagem através dessas abordagens, estratégias ou actividades (Borko e Putnam, 1996; Magnusson, Krajcik e Borko, 1999). Assim, será útil envolver os professores em actividades, por exemplo, de discussão de questões controversas, de resolução de problemas e de investigação. A imersão dos professores neste tipo de experiência pretende promover aprendizagens em primeira-mão sobre novas abordagens e a reflexão (e eventual reposicionamento) dos professores acerca das suas orientações pessoais quanto à aprendizagem e ao ensino da ciência.
2. Imersão no mundo dos cientistas – Através da participação activa na comunidade científica procura-se, fundamentalmente, proporcionar aos professores a oportunidade de reforçarem o seu conhecimento acerca da natureza da ciência, dos processos de investigação e de determinados conteúdos científicos. Considera-se que este tipo de experiência proporciona os conhecimentos e as capacidades necessárias a um ensino promotor de uma imagem mais real do empreendimento científico.

3. A implementação de um currículo – Esta estratégia baseia-se no pressuposto de que a experiência/vivência concreta de novos currículos em contexto de sala de aula facilita o reposicionamento dos professores acerca das potencialidades das novas abordagens curriculares e impulsiona-os no sentido de uma mudança de longa duração. Desta forma, centram-se as experiências de aprendizagem dos professores na sua própria prática. Assume-se, assim, que o conhecimento é situado, ou seja, que os conhecimentos e as capacidades desenvolvidas pelo professor não podem ser dissociados do contexto físico e social em que decorre a sua actividade (Brown, Collins e Duguid, 1989; Lave, 1991; Lave e Wenger, 1991). Existem, ainda, evidências empíricas de que o cepticismo inicial dos professores pode ser eliminado depois de experimentarem determinada abordagem nas suas aulas e constatarem o seu impacto nas aprendizagens dos alunos (Ferrini-Mundy, 1997; Guskey, 1986). Conforme já se referiu neste capítulo, a reflexão na acção e sobre a acção pode revelar-se eficaz na construção do conhecimento profissional dos professores (Ponte e Oliveira, 2002; Schön, 1992). A discussão estruturada centrada nas experiências dos professores permite:
- a) promover capacidades reflexivas e analíticas acerca do desempenho profissional;
 - b) partilhar experiências;
 - c) reforçar sucessos;
 - e d) obter ajuda para a compreensão e ultrapassagem de problemas e dificuldades (Loucks-Horsley, Hewson, Love e Stiles, 1998).
4. *Workshops*, cursos e seminários – Estas iniciativas representam oportunidades estruturadas de aprendizagem através da interacção com especialistas e colegas de profissão. Permitem uma focagem intensa em tópicos de interesse comum durante períodos de tempo curtos (*workshops* e seminários) ou mais extensos (cursos). Os *workshops* (oficinas de formação) envolvem actividades práticas destinadas a facilitar a construção e a experimentação de novas ideias e materiais. Os seminários são, geralmente, mais orientados para a partilha e discussão de conhecimentos, resultados de investigação, experiências e práticas

personais. Baseiam-se nos pressupostos de que os professores constroem conhecimento através do contacto com fontes de conhecimento externas e da reflexão e da interacção com outras pessoas fora do ambiente de trabalho. A sala de aula constitui um ambiente extremamente poderoso que influencia e limita o pensamento e a acção dos professores. Muitos dos seus padrões de pensamento e acção tornam-se automáticos e, como tal, resistentes à reflexão ou à mudança. Logo, segundo Putnam e Borko (2000), o afastamento dos professores do contexto de sala de aula poderá proporcionar a oportunidade de aprenderem a pensar de formas inovadoras. Contudo, estes mesmos autores advertem para o facto da integração destas novas aprendizagens (desenvolvidas em contextos externos) na prática de sala de aula não ser um processo simples nem directo. A investigação também tem evidenciado as reduzidas probabilidades de obtenção de impactos significativos e de longo termo nas práticas dos professores através da utilização isolada de um seminário ou *workshop* (Fullan, 1991). É necessário combinar estas iniciativas com outras estratégias: os professores necessitam de oportunidades que lhes permitam experimentar as suas aprendizagens na prática e reflectir criticamente sobre as potencialidades e as dificuldades inerentes a este novo conhecimento, num ambiente seguro e de apoio (Loucks-Horsley, Hewson, Love e Stiles, 1998).

5. Discussão de casos ou episódios – Esta estratégia envolve a discussão de narrativas pormenorizadas, relativas a um acontecimento ou uma situação de ensino-aprendizagem complexa e dependente do contexto, que incluem aspectos passíveis de múltiplas interpretações ou respostas. Parte-se do pressuposto de que os professores podem orientar o seu próprio desenvolvimento profissional e construir conhecimento através da interacção com os seus colegas de profissão. Desta forma, a discussão de casos é consistente com uma perspectiva construtivista e interaccionista da aprendizagem. Através da verbalização e da interacção, os professores formulam ideias, aprendem uns com os outros, tomam

consciência de estratégias e perspectivas alternativas, interiorizam teoria, criticam ideias, tomam consciência das suas concepções, aumentam o seu conhecimento didáctico e envolvem-se em reflexão colaborativa sobre problemas reais com que deparam (Barnett, 1991; Galvão, 2002; J. Shulman, 1992; Merseth, 1996; Sykes e Bird, 1992). Alguns autores acreditam que a análise e a discussão de situações reais de ensino e de aprendizagem podem desencadear alterações nas concepções e, eventualmente, nas práticas dos professores (Barnett e Sather, 1992). Outros, ainda, consideram que a discussão de casos permite: a) ilustrar a aplicação prática de determinadas abordagens, estratégias ou actividades; b) envolver os professores na discussão das suas finalidades e da melhor forma de as utilizar; e c) aumentar o repertório de estratégias a que os professores podem recorrer nas suas aulas (J. Shulman, 1992). A utilização de casos permite, também, que os formadores se preparem com antecedência sobre as temáticas em discussão e controlem melhor as situações e as questões com que os professores são confrontados (Sykes e Bird, 1992).

6. **Análise e discussão dos trabalhos e do pensamento dos alunos** – De acordo com Loucks-Horsley, Hewson, Love e Stiles (1998), esta estratégia permite que os professores: (a) obtenham informações sobre a aprendizagem e as dificuldades dos alunos, (b) avaliem o impacto de determinadas práticas e (c) obtenham orientações para a concepção de novas experiências de aprendizagem. Estes autores referem, ainda, que a análise e a discussão dos trabalhos dos alunos ou de gravações dos seus diálogos constitui a maneira mais poderosa de ajudar os professores a desenvolver o seu conhecimento didáctico e a melhorar as suas práticas. Constata-se que o conhecimento das ideias dos alunos pode funcionar como um catalizador da reflexão e da mudança do professor (Hewson, Tabachnick, Zeichner e Lemberger, 1999).
7. **Coaching e mentoring** – Estas estratégias envolvem dois professores em trabalho colaborativo com o objectivo de melhorarem as suas

competências profissionais através de diversas actividades como, por exemplo, observação e discussão de aulas, resolução de problemas e planeamento de aulas. Enquanto que no *coaching* os professores têm um nível semelhante de competência, no *mentoring* existe um cuja competência se destaca (o mentor). Acredita-se que um apoio personalizado e prolongado pode revelar-se de grande utilidade para os professores: a) facilitando a superação das dificuldades e dos obstáculos com que são confrontados na sua actividade profissional; b) contribuindo para a promoção de uma atitude reflexiva acerca da sua actuação; e c) permitindo enfrentar os novos desafios com maior confiança (Barroso e Canário, 1999; Roth e Tobin, 2002; Showers e Joyce, 1996; Tobin, Roth e Zimmermann, 2001). Alguns estudos têm documentado potencialidades deste tipo de estratégia no aumento da taxa de retenção na profissão e no desenvolvimento das capacidades de ensino dos professores (National Commission on Teaching and America's Future, 1996; Serpell e Bozeman, 1999; Weiss e Weiss, 1999). Outras investigações revelaram efeitos positivos do *mentoring* no desenvolvimento profissional dos próprios mentores, nomeadamente: a) na qualidade do ensino praticado pelos mentores; b) na promoção de uma prática reflexiva acerca das suas concepções sobre o ensino, a aprendizagem e os alunos; c) na obtenção de novas energias e no fortalecimento do seu envolvimento na profissão docente; e d) no desenvolvimento da auto-estima e da auto-confiança dos mentores (Serpell e Bozeman, 1999; Huling e Resta, 2001).

Em todas as estratégias apresentadas, a reflexão assume um papel determinante. As potencialidades da reflexão – sobre a prática – no desenvolvimento profissional dos professores têm sido defendidas por vários autores (Alarcão, 1996, 2001; Dewey, 1933; Galvão, 1998; Ponte, 1998; Roldão, 1999; Schön, 1983, 1987; Serrazina, 1998; Zeichner, 1993). De acordo com Marcelo Garcia (1999), “o objectivo de qualquer estratégia que pretenda proporcionar a reflexão consiste em desenvolver nos professores competências metacognitivas que lhes permitam conhecer, analisar, avaliar e questionar a sua própria prática

docente, assim como os substratos éticos e de valor a ela subjacentes” (p. 153). A reflexão na acção é fundamental na superação de situações problemáticas, permitindo ao professor criticar a sua compreensão inicial do fenómeno e construir uma nova teoria fundamentada na prática. Segundo Schön (1983), este tipo de reflexão permite que os professores se assumam como investigadores na prática (e sobre a prática) e se envolvam num processo contínuo de auto-formação. Através da reflexão, os professores estruturam e re-estruturam o seu conhecimento prático e pessoal. Sem a realização de exames organizados e disciplinados sobre a experiência, limita-se o ensino a uma mera rotina e reduzem-se consideravelmente as oportunidades de aprendizagem (L. Shulman, 1992). O professor aprende pensando sobre a sua própria experiência ou sobre as experiências de terceiros, desde que devidamente documentadas e discutidas. O desenvolvimento profissional dos professores pode decorrer tanto em contextos formais (envolvendo a partilha e a discussão de ideias acerca da prática de ensino e das suas bases teóricas) como através da reflexão centrada na sua própria prática ou nas experiências dos seus colegas (L. Shulman, 1992).

A reflexão na acção e sobre a acção permite que os professores se assumam como decisores e construtores de currículo, abandonando o papel de simples executores, orientados, exclusivamente, pelas directrizes provenientes do ministério e por materiais curriculares produzidos por entidades externas (manuais escolares) (Apple, 1997; Roldão, 1995, 1998, 1999). Através da reflexão sobre a prática, os professores podem alterar/(re)construir/desenvolver os currículos, de forma a encontrarem os caminhos mais adequados às metas desejadas, diminuindo o que Roldão (1999) refere como o “síndrome do cumprimento dos programas” (p. 45). A assunção deste papel tem consequências no estatuto do professor, facilitando a mudança no sentido do reforço da dimensão *profissional* e de uma diminuição da dimensão de *funcionário*, cada vez mais inadequada às características e aos problemas específicos das instituições escolares (Roldão, 1999).

Geralmente, as iniciativas de desenvolvimento profissional conjugam uma diversidade de estratégias. Procura-se, desta forma, combinar as potencialidades de cada uma delas e ultrapassar as suas limitações específicas. Contudo, tanto a

sua selecção como a sua combinação deverá ser efectuada de forma criteriosa, de acordo com os objectivos a alcançar e as particularidades do contexto a que se destinam, nomeadamente, as características específicas dos alunos, dos professores, das práticas (ensino, avaliação e ambiente de aprendizagem) e da instituição (cultura, políticas, estruturas e recursos)(Loucks-Horsley, Hewson, Love e Stiles, 1998).

2.4.3 Dois Exemplos de Iniciativas de Desenvolvimento Profissional Destinadas a Professores de Ciências

Várias das estratégias descritas na secção anterior deste texto têm sido utilizadas, recentemente, em acções de desenvolvimento profissional destinadas a promover um ensino das ciências fundamentado pela História, Sociologia e Filosofia da Ciência (Abd-El-Khalick, Bell e Lederman, 1998; McComas, Clough e Almazroa, 2000). Através destas acções, procura-se estimular a construção de conhecimento profissional de natureza diversa: didáctico, pedagógico e de conteúdo disciplinar.

Nos Estados Unidos, um grupo de investigadores tem trabalhado activamente no desenvolvimento de um programa de intervenção inserido no quinto ano de um curso de formação inicial de professores de ciências e destinado a desenvolver conhecimentos acerca da natureza da ciência e a auxiliar os futuros professores a mobilizarem esses conhecimentos na sua prática de sala de aula (Lederman, Schwartz, Abd-El-Khalick e Bell, 2001). Ao longo dos últimos anos, graças a um processo contínuo de avaliação e de reflexão sobre os resultados obtidos, esse programa tem sofrido alterações sucessivas com o objectivo de melhorar o nível de concretização dos seus objectivos (Abd-El-Khalick, Bell e Lederman, 1998; Bell, Lederman e Abd-El-Khalick, 2000). A abordagem utilizada pretende fazer da natureza da ciência um tema omnipresente ao longo de todo um ano de formação e realçar a importância dos professores planearem, ensinarem e avaliarem de forma explícita as concepções dos alunos sobre esse tema. Os participantes são envolvidos em numerosas actividades e demonstrações práticas concebidas para evidenciar aspectos da natureza da ciência considerados relevantes e importantes

para a educação em ciência, desde o pré-escolar ao final do secundário. Através de discussões extensas, dedica-se uma atenção explícita aos aspectos da natureza da ciência valorizados pelos documentos curriculares americanos actuais, nomeadamente, que o conhecimento científico é: a) provisório (sujeito a alteração); b) baseado ou derivado de observações do mundo natural; c) subjectivo (influenciado por teoria); d) produto da imaginação, inferência e criatividade humanas; e e) influenciado pelo contexto social e cultural (AAAS, 1993; NRC, 1996). Actualmente, o programa inclui ainda:

1. A participação em várias investigações laboratoriais concebidas para sublinhar vários aspectos da natureza da ciência e do processo científico.
2. Várias actividades de investigação para discussão de uma concepção alternativa frequente, segundo a qual o conhecimento científico resulta da utilização de um método científico único, algorítmico e objectivo.
3. O planeamento e a apresentação, pelos futuros professores, de duas aulas envolvendo a abordagem explícita de aspectos da natureza da ciência.
4. A compilação, pelos participantes, de um conjunto de vinte e cinco cartões com actividades de ensino sobre a natureza da ciência.
5. Um estágio num laboratório de investigação (destinado a proporcionar o contacto com a actividade real de cientistas) acompanhado de reflexões escritas e de discussões semanais centradas em determinados aspectos da natureza da ciência e baseadas nas experiências de investigação dos participantes.
6. Formação sobre como ensinar a natureza da ciência inserida numa disciplina de Metodologia.
7. A disponibilização de um *dossier* com todas as actividades realizadas no curso e as informações adicionais relativas à sua utilização em aulas do ensino secundário.

8. Um estágio pedagógico durante o qual se atribui a cada participante a responsabilidade total pelo planeamento, leccionação e avaliação de, pelo menos, três turmas.

A combinação destas diferentes estratégias revelou-se eficaz no desenvolvimento do conhecimento dos participantes sobre aspectos da natureza da ciência e reforçou as referências explícitas a esses aspectos no planeamento, na prática de sala de aula e na avaliação dos alunos. Constatou-se que os casos de maior sucesso correspondiam a professores com um nível elevado de conhecimentos, tanto do conteúdo disciplinar como da natureza da ciência (nomeadamente, alguns docentes que já possuíam cursos científicos e experiência de investigação). Contudo, nem todos os professores nestas circunstâncias abordaram a natureza da ciência de forma mais frequente ou explícita; outros factores como, por exemplo, a relevância atribuída ao ensino da natureza da ciência e o nível de conhecimento didáctico necessário à sua realização afectaram decisivamente a prática dos professores.

Em Portugal, também têm sido concebidas iniciativas nesta área. A título de exemplo, pode referir-se um estudo, efectuado por Fátima Paixão, que envolveu a realização de uma acção de desenvolvimento profissional e pessoal destinada a promover: a) a construção de determinadas concepções epistemológicas; e b) a implementação de um ensino das ciências epistemologicamente fundamentado (Paixão e Cachapuz, 1999a, b; Paixão, 1998). Esta investigação, que contou com a participação de professores de Física e Química do 3º Ciclo do Ensino Básico, foi organizado em três fases complementares:

1. Numa primeira fase, de tipo naturalista, procedeu-se à recolha e à análise de vários elementos (40 horas de aulas gravadas em vídeo e respostas a um questionário com perguntas de resposta aberta) tendo em vista: a) a identificação das perspectivas epistemológicas subjacentes às práticas dos professores; b) a identificação das principais dificuldades com que depararam; c) a obtenção de orientações para a elaboração de novas estratégias; e d) a recolha de materiais destinados à fase de formação

(protocolos e gravações das aulas). Os materiais recolhidos permitiram a consciencialização dos professores relativamente à necessidade de desenvolverem a dimensão epistemológica do ensino das ciências e a avaliação da evolução das práticas no final do estudo.

2. Na segunda fase realizou-se um programa de formação contínua (com a duração de 32 horas), destinado a promover a mudança das concepções epistemológicas e a reconstrução das práticas dos professores participantes. De acordo com uma perspectiva de acção-investigação, os professores e os investigadores procederam sucessivamente: a) à preparação científica e epistemológica de um tema específico; b) à construção de um conjunto de actividades de sala de aula sobre esse tema, realçando o contexto histórico e a dimensão CTS; c) à realização dessas actividades nas turmas de cada professor; e d) à avaliação sistemática da evolução do trabalho.
3. Na terceira fase, os professores tomaram consciência do progresso efectuado a partir da comparação e discussão das gravações realizadas antes e depois da participação na acção de formação.

No final, pode constatar-se o impacto positivo deste programa nas práticas dos professores participantes. As práticas iniciais, marcadas por uma visão meramente instrumental e pela ausência de qualquer dimensão epistemológica, sofreram alterações no sentido da incorporação de alguns aspectos epistemologicamente relevantes. As actividades realizadas: a) valorizaram uma imagem mais racionalista do papel da experimentação; b) exploraram o erro como um aspecto importante na evolução do conhecimento científico; e c) realçaram a importância do contexto na evolução do conhecimento científico e as interacções entre a ciência, a tecnologia e a sociedade. Verificou-se, ainda, que os professores abandonaram uma concepção realista ingénua sobre o objecto da ciência, o mundo real. Os participantes reconheceram a evolução das suas práticas e a grande influência do programa de formação na modificação das suas concepções acerca da

ciência e da importância de um ensino das ciências epistemologicamente fundamentado.

2.5 SÍNTESE

Os argumentos apresentados neste capítulo realçam a importância da educação científica na promoção de conhecimentos, capacidades e atitudes indispensáveis ao envolvimento dos cidadãos em processos de discussão, avaliação, decisão e acção social relativamente às diversas questões sócio-científicas com que são confrontados no seu dia-a-dia. Actualmente, é consensual a ideia de que a democraticidade da sociedade depende da participação da população na avaliação das propostas de desenvolvimento científico e tecnológico e das suas eventuais implicações sociais. A concretização deste objectivo requer: a) conhecimentos substantivos, processuais e epistemológicos sobre a ciência; b) capacidades de pensamento crítico, tomada de decisão, resolução de problemas e comunicação; c) atitudes e valores necessários à avaliação das dimensões ética e moral da ciência e da tecnologia; e d) vontade e confiança para se lidar com assuntos científicos.

Tanto as opiniões de diversos autores como os resultados de várias investigações realçam as potencialidades educativas da discussão de questões sócio-científicas no desenvolvimento deste conjunto de conhecimentos, capacidades e atitudes. Contudo, a discussão destes assuntos está longe de ser uma realidade em grande parte das aulas de ciências. Diversos factores (inerentes ao próprio processo de discussão, aos professores, aos alunos, ao sistema educativo e à sociedade) dificultam a sua concretização. Consta-se que muitos professores continuam a privilegiar abordagens curriculares tradicionais centradas prioritariamente em conceitos que, para além de não atenderem aos interesses e às necessidades dos alunos, não os capacitam para a aplicação de conhecimentos científicos a contextos reais e contribuem para a construção de uma concepção distorcida de ciência como actividade esotérica e abstracta, difícil e intimidante, do

domínio exclusivo dos especialistas. O conhecimento científico é apresentado como uma colecção de verdades absolutas, definitivamente estabelecidas e livres de qualquer tipo de controvérsia, obtidas pelo trabalho genial de cientistas dedicados, altruístas, racionais e objectivos. Esta situação torna-se particularmente preocupante numa época em que as controvérsias sócio-científicas ocupam um espaço crescente, mas muitas vezes de fraca qualidade, nos meios de comunicação social. A imprensa, a televisão e o cinema veiculam, frequentemente, ideias sensacionalistas, pouco rigorosas e estereotipadas acerca da ciência, da tecnologia e da actividade dos cientistas. Assim, ao longo de décadas, tanto a escola como os *media* parecem ter contribuído, por acção ou omissão, para a construção de concepções deturpadas dos empreendimentos científico e tecnológico. Torna-se, portanto, indispensável que a educação científica se envolva na discussão das mensagens veiculadas pelos meios de comunicação social e das concepções dos cidadãos acerca da natureza da ciência e dos cientistas.

A escola, em geral, e os professores de ciências, em particular, desempenham um papel importante na construção de uma imagem mais real da ciência. No entanto, a assunção deste papel depende, decisivamente, da criação de experiências de desenvolvimento pessoal e profissional que proporcionem aos professores: a) conhecimentos acerca dos processos e da epistemologia da ciência; b) conhecimentos didácticos sobre as abordagens, metodologias e actividades mais adequadas à construção desses conhecimentos em ambiente de sala de aula; e c) uma estrutura de apoio que contribua para a promoção de uma atitude reflexiva acerca da sua actuação e facilite a superação das dificuldades e dos obstáculos inerentes à experimentação desses novos conhecimentos em contexto de sala de aula.

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA

3.1 INTRODUÇÃO

O presente capítulo descreve e fundamenta as opções e os procedimentos de carácter metodológico das diferentes fases deste projecto de investigação. O processo de concepção deste plano de investigação resultou da interacção e da integração de vários elementos: a) um conjunto de intenções; b) determinadas questões de investigação; c) a abordagem metodológica seleccionada; d) preocupações relativamente à validade do estudo; e) o enquadramento teórico orientador da investigação (apresentado no Capítulo 2); f) pressupostos de natureza epistemológica; e g) um conjunto de valores (Maxwell, 1998). As questões de investigação têm uma relação estreita com as intenções do estudo e são enquadradas pelos conhecimentos existentes sobre o tema em causa. Por outro lado, a metodologia seleccionada deve permitir, simultaneamente, responder às questões de investigação e assegurar a validade do estudo. Todos estes elementos são fortemente influenciados por pressupostos de natureza epistemológica e um conjunto de valores defendido pelo investigador.

3.1.1 Intenções

Este projecto pretende dar continuidade a uma linha de investigação e de intervenção sobre a utilização da discussão de questões sócio-científicas¹ no ensino

¹ Conforme já foi referido na Introdução deste trabalho, as questões sócio-científicas não são disputas académicas internas e restritas à comunidade científica (por exemplo, entre os apoiantes de teorias e modelos científicos concorrentes) mas sim controvérsias sociais suscitadas pelas eventuais implicações (económicas, políticas, ambientais, éticas, etc.) de inovações científicas e tecnológicas.

das ciências, iniciada em 1995 (Reis, 1997a, 1997b). Desde então, os vários estudos realizados pelo investigador permitiram constatar as potencialidades destas actividades: (1) na construção de uma imagem mais humana da ciência e da tecnologia, baseada na compreensão das suas interacções com a sociedade e na avaliação das suas possibilidades como factores de desenvolvimento; (2) na motivação dos alunos; (3) na estimulação do pensamento e das interacções sociais; (4) na construção de conhecimento sobre os temas em discussão; e (5) na promoção da discussão sobre as questões éticas associadas a temas controversos (Reis, 1997a, 1999a, 1999b, 2001, 2003a; Reis e Pereira, 1998). Contudo, estes mesmos estudos têm revelado que muitos professores não utilizam esta metodologia nas suas aulas. Assim, numa altura de implementação de novos currículos de ciências no Ensino Básico e Secundário, que apelam à discussão de temas científicos e tecnológicos polémicos e actuais como forma de preparar os alunos para uma participação activa e fundamentada na sociedade (Galvão, 2001; Galvão e Abrantes, 2002; Ministério da Educação, 2001b), torna-se particularmente relevante estudar os factores que facilitam ou dificultam a realização de actividades de discussão de assuntos controversos nas aulas de ciências. Unicamente através do conhecimento destes factores se poderá partir para a concepção e implementação de processos de intervenção capazes de apoiar os professores na construção do conhecimento didáctico necessário à utilização de actividades desta natureza.

Para além disso, numa sociedade frequentemente agitada por múltiplas controvérsias sócio-científicas, como a portuguesa, é importante estudar o impacto destas controvérsias na escola, nomeadamente, nas concepções dos professores e dos alunos sobre a ciência e a tecnologia e nas práticas de sala de aula. Vários autores (Duschl, 2000; Monk e Dillon, 2000) colocam a possibilidade dos professores – através das ideias que veiculam, das estratégias que implementam e da forma como abordam estas controvérsias nas aulas – terem um impacto considerável nas concepções que os seus alunos constroem acerca da ciência e na forma como estes reagem a inovações científicas e tecnológicas.

3.1.2 Questões de Investigação

Este trabalho pretendeu estudar o eventual impacto das controvérsias recentes em torno de questões científicas e tecnológicas – divulgadas pelos meios de comunicação social – na prática pedagógica de um grupo de professores de Ciências da Terra e da Vida e nas concepções destes professores e dos seus alunos sobre a natureza, o ensino e a aprendizagem das ciências. A sua concepção baseou-se nas seguintes questões de investigação:

1. Como é que um grupo de professores de Ciências da Terra e da Vida e os seus alunos interpretam as controvérsias recentes em torno de questões científicas e tecnológicas divulgadas pelos meios de comunicação social?
2. Qual o impacto dessas controvérsias nas concepções que estes professores e os seus alunos têm acerca da ciência e da tecnologia?
3. Qual o impacto dessas controvérsias nas concepções acerca do ensino e da aprendizagem e na prática pedagógica deste grupo de professores?
4. Que factores facilitam ou dificultam a utilização, por parte destes professores, da discussão de assuntos controversos – associados a questões científicas e tecnológicas actuais – como metodologia para o ensino das ciências?

No decurso da investigação, em virtude do conjunto de informações recolhidas, emergiu, ainda, uma quinta questão:

5. Quais as potencialidades de um tipo de acção de formação – privilegiando a reflexão sobre a prática de ensino dos participantes e a aprendizagem vivencial, colaborativa e centrada em problemas – no desenvolvimento profissional deste grupo específico de professores, nomeadamente, no que respeita à construção do conhecimento didáctico necessário à concepção e implementação de actividades de discussão de assuntos controversos nas suas aulas de Ciências da Terra e da Vida?

3.1.3 Abordagem Metodológica

O facto das questões de investigação se centrarem nos significados que determinadas pessoas atribuem a situações complexas e na forma como essas pessoas desenvolvem a sua actividade em interacção com a sociedade em geral, motivou a opção por uma abordagem interpretativa (Maxwell, 1998). Partiu-se das opiniões, dos sentimentos e dos comportamentos de professores e alunos com o objectivo de se perceber a forma como eles reagem a determinadas experiências e como as interpretam. Também o tipo de produto final desejado – uma descrição e interpretação holística e intensiva de um fenómeno contemporâneo – justifica a opção por uma abordagem interpretativa (Denzin e Lincoln, 1994).

A natureza complexa e rica do ambiente onde decorre esta investigação (a escola e a sala de aula) e dos objectos em estudo (concepções e práticas de sala de aula), associada à impossibilidade de identificar e controlar os inúmeros factores que contribuem para esta complexidade, justifica a adopção de uma abordagem qualitativa (Merriam, 1988). Através desta abordagem, assume-se a subjectividade do fenómeno em estudo e a existência de múltiplas realidades: cada uma das pessoas envolvidas interpreta o fenómeno de uma forma muito particular em função dos seus conhecimentos, valores, sentimentos, experiências anteriores... Assim, a investigação qualitativa implica observar, intuir, sentir o que acontece num enquadramento natural na tentativa de interpretar um fenómeno subjectivo (Denzin e Lincoln, 1994; Merriam, 1988).

Na investigação qualitativa não existem hipóteses pré-determinadas baseadas em processos de causa-efeito, nem manipulação de variáveis ou tratamentos experimentais, nem restrições relativamente ao produto final. Deste modo, a investigação é exploratória, indutiva e enfatiza os processos em vez dos produtos (Denzin e Lincoln, 1994). A eventual aplicação ou extrapolação das evidências empíricas obtidas a outras situações ficará a cargo dos leitores (Merriam, 1988).

3.1.4 Preocupações com a Validade da Investigação

Qualquer investigação qualitativa envolve a selecção de estratégias destinadas a reforçar a validade do estudo (isto é, à precisão dos resultados) e a aumentar a credibilidade das conclusões (Goetz e LeCompte, 1984; Ponte, 1994c). Segundo Maxwell (1998), a validade de uma investigação qualitativa pode ser afectada pela distorção dos processos de recolha e análise de dados por teorias, valores ou ideias prévias do investigador e a influência deste último no contexto ou nos participantes da investigação. No presente estudo, com a finalidade de ultrapassar estes factores, foram utilizadas as seguintes estratégias:

Triangulação – Este processo pretendeu aumentar o rigor e a profundidade da investigação, reduzindo o risco de distorções sistemáticas inerentes à utilização de uma única fonte de informação, de um único método de recolha de dados (Denzin e Lincoln, 1994; Maxwell, 1998) ou de interpretações provenientes de um único investigador. De acordo com vários autores (Cohen e Manion, 1980; Denzin, 1970; Goetz e LeCompte, 1984; Merriam, 1988; Yin, 1989), o recurso a diferentes fontes de informação (professores, alunos, documentos, aulas...), a múltiplos métodos de recolha de dados (entrevista, observação, questionários, análise de planos de aula e de materiais didácticos) e a uma análise de conteúdo efectuada por mais do que um investigador permite assegurar uma elevada validade interna. A combinação de informações provenientes de fontes e instrumentos distintos contribuiu para um mapeamento mais completo e profundo da riqueza e da complexidade do comportamento humano, permitindo responder à multiplicidade de perspectivas presente em determinada situação social. Como afirma Denzin (1970), “as falhas de um método são frequentemente os pontos fortes de outro, e pela combinação de métodos, os observadores podem alcançar o melhor de cada um e ultrapassar as respectivas deficiências” (p. 308). Por exemplo, através da observação de aulas e da realização de entrevistas aos alunos procuraram ultrapassar-se possíveis distorções impostas pela forma como os professores descrevem as suas práticas de sala de aula. Posteriormente, a análise simultânea do conteúdo das diversas fontes de informação (respostas aos questionários, transcrições de entrevistas e documentos elaborados pelos participantes) por dois

investigadores, seguida da discussão das diferentes interpretações, pretendeu reforçar a riqueza do processo de análise e interpretação de dados (Goetz e LeCompte, 1984). Neste último caso, não se trata de assegurar a replicabilidade das interpretações (o que se torna difícil, em virtude da subjectividade de cada leitor), mas de clarificar o significado de um determinado fenómeno através da identificação e discussão de diferentes interpretações possíveis (Huberman e Miles, 1994; Morse, 1994; Stake, 1994). Não se espera que os investigadores construam interpretações idênticas dos mesmos fenómenos; o importante é a obtenção de consenso relativamente à aceitabilidade e plausibilidade das diferentes interpretações sugeridas (Ludke e André, 1986).

Riqueza de dados – Numa investigação qualitativa, a construção de uma imagem reveladora do fenómeno em estudo depende da recolha de informações bastante pormenorizadas e completas (Maxwell, 1998). Estas informações representam, simultaneamente, a base da análise e as provas das interpretações efectuadas (Bogdan e Biklen, 1994), afectando decisivamente a qualidade de qualquer estudo interpretativo. Ao longo do presente estudo, houve sempre a preocupação de se obter um conjunto de informações bastante diversificado e completo. Para tal, recorreu-se a diversos métodos de recolha de dados (entrevistas, questionários, análise documental e observação) e, por exemplo, à gravação e transcrição integrais das entrevistas. A recolha de informação só foi interrompida quando se detectaram indícios de saturação ou redundância (nomeadamente, a obtenção de dados repetidos e a confirmação de dados previamente recolhidos), de forma a assegurar um nível elevado de adequação da quantidade de dados obtidos (Morse, 1994; Stake, 1994).

Citações – Durante a redacção desta dissertação, recorreu-se a citações do discurso dos diferentes participantes com o objectivo de ilustrar e substanciar as asserções apresentadas. O recurso privilegiado a excertos das respostas a questionários, das transcrições de entrevistas e de documentos redigidos pelos participantes, pretende aproximar o leitor das pessoas e dos contextos em estudo e convencê-lo da plausibilidade do que se expõe (Bogdan e Biklen, 1994).

Pareceres externos – Através da solicitação de pareceres a especialistas externos, procurou-se reforçar a validade de alguns dos instrumentos de investigação utilizados (questionários) e assegurar uma avaliação tanto do projecto como do processo e dos resultados da acção de desenvolvimento pessoal e profissional por pessoas não envolvidas no estudo. Desta forma, foi possível triangular opiniões de proveniências distintas acerca da qualidade dos questionários e da acção de formação (Goetz e LeCompte, 1984; Huberman e Miles, 1994).

Estatística descritiva – Muitas considerações finais de estudos qualitativos apresentam uma componente quantitativa implícita. Por exemplo, a descrição de um fenómeno como frequente ou raro é uma afirmação que requer um suporte quantitativo (Erickson, 1998; Maxwell, 1998). Nesta investigação, em diversas situações, procedeu-se ao cálculo de frequências com o objectivo de se conhecer a importância relativa de cada uma das dimensões detectadas e se alcançarem considerações finais mais válidas e fundamentadas.

Ocultação dos objectivos do estudo – Com o objectivo de não induzir determinados comportamentos ou opiniões, os professores participantes não foram informados dos objectivos específicos da investigação (Maxwell, 1998). Assim, aceitaram participar numa investigação que, de acordo com o investigador, se destinava a estudar o ensino das Ciências da Terra e da Vida em Portugal. Procurou-se, ainda, que o teor das questões utilizadas, tanto nas entrevistas como nos questionários, não revelasse os objectivos da investigação. Apenas na segunda fase da investigação – envolvendo uma acção de desenvolvimento pessoal e profissional – os participantes tomaram conhecimento dos objectivos específicos do estudo.

3.1.5 Pressupostos Epistemológicos

O conjunto da investigação reflecte determinados pressupostos sobre a natureza do conhecimento, em geral, e do conhecimento científico, em particular. Relativamente à natureza do conhecimento, assume-se uma concepção

epistemológica construtivista e interaccionista, segundo a qual os sujeitos constroem os seus instrumentos sócio-cognitivos a partir da acumulação e interiorização de experiências, progredindo intelectualmente através de interacções com os objectos e com outros indivíduos (Doise, Mugny e Perret-Clermont, 1975; Resnick, 1991; von Glasersfeld, 1993; Vygotsky, 1978). De acordo com este pressuposto, a construção de novo conhecimento é fortemente influenciada pelo conhecimento prévio: a forma como as novas experiências são compreendidas pelos indivíduos é influenciada pelas suas concepções prévias (ou seja, pelas suas perspectivas ou filosofias pessoais construídas através das interacções estabelecidas ao longo da sua vida)(Hewson e Hewson, 1989). Em todas as fases da investigação, privilegiam-se a discussão e a reflexão conjunta (de casos, opiniões, ideias, resultados de investigação, práticas, estratégias e actividades) como formas de promover o alargamento do nível de compreensão individual pelo contacto com as interpretações e a experiência de vida dos outros (Bridges, 1988). Considera-se que, através da interacção, os indivíduos têm a oportunidade de formular ideias, aprender uns com os outros, tomar consciência de perspectivas alternativas, interiorizar teoria, criticar ideias, tomar consciência das suas concepções, envolver-se em reflexão colaborativa sobre problemas reais com que se deparam e aumentar o seu conhecimento na tentativa de ultrapassar esses problemas.

Quanto à natureza do conhecimento científico, este estudo concebe as ideias científicas como provisórias, subjectivas, resultantes da criatividade humana, influenciadas pelo contexto sócio-cultural e baseadas, principalmente, na observação do mundo natural, em evidência experimental, argumentos racionais e ceticismo (AAAS, 1993; NRC, 1996). Ao longo de todo o estudo, descreve-se a ciência como um empreendimento, com interacções profundas e complexas com a tecnologia e a sociedade, que tenta explicar os fenómenos naturais através de uma multiplicidade de métodos (contrariando, portanto, a ideia da existência de um único método científico algorítmico universal).

3.1.6 Valores

O papel de destaque atribuído à discussão, ao longo de toda a investigação, reflecte uma preocupação com os valores da democracia, do respeito e da tolerância (Parker e Hess, 2001). À semelhança de vários autores, acredita-se que a discussão constitui o alicerce da democracia e da cidadania (Brookfield e Preskill, 1999; Dewey, 1996; Gutmann e Thompson, 1996). A discussão representa um elemento essencial da soberania popular, mobilizando os cidadãos em torno de objectivos ou problemas comuns e permitindo a superação de divergências e a construção não-violenta de decisões. Promove o respeito pela diferença de opiniões, o cepticismo relativamente ao autoritarismo e a confiança necessária ao envolvimento dos cidadãos em processos decisórios que considerem pessoal ou socialmente relevantes. Por tudo isto, defende-se que a escola deverá privilegiar a discussão como o principal veículo de aprendizagem.

3.1.7 Síntese das Fases do Projecto

O projecto de investigação envolveu duas fases complementares que procuraram responder a objectivos específicos através de procedimentos metodológicos distintos (Cronograma do Estudo, p. 164).

Com a primeira fase procurou-se estudar a forma como um grupo de professores e os seus alunos de Ciências da Terra e da Vida, do 11º ano de escolaridade, interpretam e reagem às controvérsias recentes em torno de questões científicas e tecnológicas divulgadas pelos meios de comunicação social. Envolveu o estudo do eventual impacto destas controvérsias nas suas concepções acerca da ciência e da tecnologia e na prática pedagógica implementada por esses professores. Pretendeu-se estudar a forma como os referidos professores abordam e incluem estas questões sócio-científicas nas suas aulas.

A análise das informações recolhidas durante a primeira fase do estudo (relativas às concepções e práticas dos participantes) sugeriu e motivou a realização de uma segunda fase. Conforme referem Maxwell (1998) e Morse (1994),

a análise dos dados suscita, frequentemente, reorientações/reformulações das questões de investigação dos estudos qualitativos. Estas alterações são desencadeadas pela detecção de aspectos importantes e relevantes para o estudo em causa, insuspeitados inicialmente. No caso particular desta investigação, a constatação do teor limitado e estereotipado das concepções dos alunos (acerca do empreendimento científico e da actividade dos cientistas) e de práticas de sala de aula caracterizadas (em alguns dos casos estudados) por uma quase inexistência de referências a aspectos processuais e epistemológicos da ciência, desencadeou no investigador o desejo de implementar e avaliar uma iniciativa de desenvolvimento pessoal e profissional. Através desta iniciativa procurou-se: a) aprofundar o conhecimento dos factores que afectam a realização de actividades de discussão nas aulas de ciências; b) promover a reflexão dos professores sobre as evidências detectadas; e c) desenvolver a vontade, a confiança e o conhecimento didáctico necessários à superação das limitações detectadas.

A segunda fase do estudo assumiu, assim, um formato de investigação-acção, perseguindo, simultaneamente, finalidades de investigação (compreensão) e de acção (mudança) sobre uma determinada realidade (Bogdan e Biklen, 1994; Carr e Kemmis, 1986; Dick, 2000). Envolveu a concepção e a realização de uma acção de formação dirigida aos professores envolvidos na fase anterior do projecto. Com a acção de formação procurou-se estimular a reflexão dos professores sobre: a) aspectos da natureza, do ensino e da aprendizagem da ciência; b) as potencialidades da realização de actividades de discussão de questões sócio-científicas nas aulas de Ciências da Terra e da Vida; e c) os factores que dificultam ou facilitam a concepção e a implementação deste tipo de actividade. Simultaneamente, pretendeu-se apoiar os professores na construção do conhecimento didáctico necessário à concepção e à implementação de actividades de discussão de assuntos controversos nas suas aulas de Ciências da Terra e da Vida e estudar as potencialidades de um tipo de acção de formação, organizada segundo determinados princípios orientadores, no desenvolvimento pessoal e profissional de um grupo específico de professores.

3.2 OPÇÕES E PROCEDIMENTOS DE CARÁCTER METODOLÓGICO

3.2.1 Fase 1: Estudo do Impacto das Controvérsias Sócio-Científicas

Objectivos

A primeira fase deste projecto de investigação pretendeu estudar o significado atribuído por um grupo de professores e alunos de Ciências da Terra e da Vida (11º ano de escolaridade) às controvérsias recentes em torno de questões científicas e tecnológicas – divulgadas pelos meios de comunicação social – bem como o eventual impacto destas questões controversas na prática pedagógica e nas concepções do referido grupo acerca da natureza, do ensino e da aprendizagem das ciências. Pretendeu-se estudar, simultaneamente:

- a) As concepções desses professores e alunos sobre a natureza, o ensino e a aprendizagem das ciências;
- b) As concepções desses professores e alunos sobre as questões controversas relacionadas com ciência e tecnologia divulgadas pelos meios de comunicação social;
- c) As práticas de sala de aula implementadas por esses professores;
- d) A relação entre as concepções dos professores e as suas práticas de sala de aula;
- e) O eventual impacto das controvérsias nas duas dimensões anteriores (concepções e práticas);
- f) A forma como esses professores abordam e incorporam, na sala de aula, a controvérsia associada a assuntos científicos e tecnológicos actuais;
- g) Os factores que condicionam a utilização da discussão desses assuntos controversos como actividade de sala de aula.

Este estudo requereu um período preparatório de concepção de instrumentos de recolha de dados e de realização de um estudo piloto (Cronograma do Estudo, p. 164).

Abordagem Seleccionada

Esta fase do projecto envolveu uma investigação de índole qualitativa, baseada em estudos de caso. A opção por um *design* de estudos de caso resultou da sua adequação aos objectivos desta investigação: os estudos de caso qualitativos são ideais para a compreensão e interpretação de fenómenos educativos, com a sua inerente complexidade e multiplicidade de variáveis (Merriam, 1988). Permitem conhecer a realidade na perspectiva dos seus diferentes actores (Bogdan e Biklen, 1994). Ancorados nas situações naturais do dia-a-dia dos sujeitos, proporcionam descrições e explicações ricas e holísticas em que se procuram desvendar as redes de factores significativos que caracterizam esses fenómenos complexos (Merriam, 1988). São realizados quando é impossível efectuar previsões baseadas num processo de causa-efeito devido à dificuldade ou impossibilidade de se identificar, isolar e manipular os factores que afectam o fenómeno em estudo (Merriam, 1988; Yin, 1984).

Os estudos de caso baseiam-se no raciocínio indutivo. Logo, a partir do estudo dos dados, inseridos num contexto específico, emergem conceitos ou hipóteses de trabalho. Este tipo de abordagem permite a descoberta de novas relações, conceitos e conhecimentos, em vez da verificação de hipóteses pré-determinadas (Merriam, 1988). Os estudos de caso podem desempenhar um papel importante no avanço do conhecimento em determinado campo, proporcionando a descoberta de novos significados, ampliando a experiência do leitor ou confirmando o que já se sabe. Os seus resultados são apresentados qualitativamente, utilizando palavras e imagens em vez de números.

O estudo de caso representa uma decisão de focagem da investigação em determinada instância – o “caso” – que, por sua vez, pode envolver numerosos

acontecimentos, participantes ou fases de um processo em estudo. A selecção da unidade de investigação depende “daquilo relativamente ao qual queremos ser capazes de dizer algo no final do estudo” (Patton, 1980, p. 100). Nesta fase concreta do projecto foram utilizadas duas unidades de investigação distintas:

- Os aspectos relativos às concepções e às práticas dos professores foram investigados através da realização de cinco estudos de caso centrados, cada um deles, num professor de Biologia e Geologia e no trabalho por ele desenvolvido numa das suas turmas de Ciências da Terra e da Vida do 11º ano. Tratou-se do estudo de uma realidade complexa específica influenciada por múltiplas variáveis de potencial importância na sua compreensão (a escola, as características do professor, as características dos alunos dessa turma, o currículo em questão, os recursos disponíveis...).
- Os aspectos relativos às concepções dos alunos foram estudados em dois níveis distintos mas complementares. O primeiro, envolveu a construção de cinco estudos de caso centrados, respectivamente, num aluno de cada uma das turmas de Ciências da Terra e da Vida do 11º ano participantes na investigação; procurou-se obter um quadro mais aprofundado e completo das concepções desses cinco alunos. O segundo nível de análise centrou-se no conjunto dos alunos das cinco turmas.

Pretendeu-se construir conhecimento relativamente ao impacto da controvérsia em ciência num grupo específico de professores e alunos da disciplina de Ciências da Terra e da Vida do Ensino Secundário. Durante um ano lectivo (2001-2002), foram recolhidas informações diversas através de entrevistas semi-estruturadas, da observação de sequências de aulas e da análise de documentos oficiais (projectos educativos e planos de actividades das escolas, pautas com as classificações dos alunos) ou de documentos produzidos pelos participantes (planos e materiais das aulas, histórias de ficção científica). Uma das maiores potencialidades da investigação de índole qualitativa e, consequentemente,

dos estudos de caso é, precisamente, a possibilidade de utilização de múltiplos métodos de recolha de dados (Merriam, 1988).

Posteriormente, os dados obtidos foram alvo de uma análise independente seguida de uma análise conjunta para triangular a informação recolhida (Denzin, 1970; Maxwell, 1998). Ficarà a cargo dos leitores a eventual extrapolação dos resultados obtidos para outras situações específicas (Merriam, 1988). De acordo com Stake (1981), estas aplicações, efectuadas pelos leitores, constituem parte do conhecimento produzido pelos estudos de caso. Cada leitor traz para o estudo de caso as suas vivências e os seus conhecimentos, conduzindo ao desenvolvimento do caso ou ao estabelecimento de extrapolações. Assumindo que o conhecimento é socialmente construído, os investigadores utilizam os estudos de caso na tentativa de ajudar os leitores a construir conhecimento (Stake, 1994).

Participantes

A natureza das questões de investigação e a abordagem metodológica proposta conduziram à selecção intencional de um conjunto de participantes (Quadros 1 e 2). O facto dos estudos de caso implicarem uma focagem da investigação em determinadas instâncias – os “casos” – conduz à selecção não-probabilística de determinadas pessoas, grupos ou acontecimentos com características específicas consideradas relevantes (Lincoln e Guba, 1985; Patton, 1980). Para esta investigação foram seleccionados alguns professores e alunos de duas escolas secundárias (X e Y) próximas de Lisboa. Os critérios para a sua selecção foram os seguintes:

1- Os professores: Os cinco professores sobre os quais se construíram os estudos de caso representavam a totalidade dos docentes a leccionar a disciplina de Ciências da Terra e da Vida, do 11º ano, em duas escolas secundárias dos arredores de Lisboa. A opção pela disciplina de CTV (do 11º ano) resultou do facto de ter sido considerada, pelos professores participantes no estudo piloto, como a mais adequada à realização de actividades de discussão de assuntos controversos,

dado o teor dos tópicos programáticos e o nível etário dos alunos. Os docentes pertenciam todos ao sexo feminino (traduzindo a elevada percentagem de professores do sexo feminino que lecciona neste grupo disciplinar em Portugal) e ao Quadro de Nomeação Definitiva das suas escolas, apresentando tempos de serviço entre os 19 e os 33 anos (Quadro 1). A primeira fase do estudo implicou o acompanhamento estreito do trabalho desenvolvido por cada uma destas professoras numa das suas turmas. Sempre que as professoras leccionavam mais de uma turma de CTV (do 11º ano), optou-se pela turma cujo horário não coincidia com os horários das turmas das restantes professoras envolvidas no estudo. As turmas seleccionadas apresentavam níveis distintos de desempenho académico, de motivação e de envolvimento nas actividades académicas. Os nomes originais das professoras foram substituídos por nomes fictícios, com o intuito de preservar a sua privacidade.

2- Os alunos: Neste estudo participaram todos os alunos pertencentes às cinco turmas de CTV onde foram efectuadas as observações de aulas (Quadro 1). O conjunto dos alunos destas cinco turmas respondeu aos dois questionários (Q1 e Q2) e foi convidado a redigir as histórias de ficção científica. As discrepâncias entre o número total de alunos de cada turma e o número de questionários respondidos e de histórias de ficção científica elaboradas deveram-se, respectivamente: a) à ausência de alguns alunos nas aulas de aplicação dos questionários; e b) ao facto de vários alunos não terem realizado o trabalho de casa solicitado, ou seja, a história de ficção científica.

Posteriormente, dada a impossibilidade de entrevistar a totalidade dos alunos participantes, seleccionou-se um grupo mais restrito. Assim, as entrevistas semi-estruturadas foram aplicadas a dezassete alunos que satisfaziam os seguintes critérios: (1) terem respondido aos questionários e redigido a história de ficção científica; (2) manifestarem disponibilidade para serem entrevistados em horário extra-lectivo; (3) possuírem níveis de desempenho académico variados; (4) pertencerem a ambos os sexos; e (5) terem construído histórias de ficção sobre temas distintos. Apesar de terem sido marcadas vinte entrevistas (a dez rapazes e a dez raparigas), por impedimentos diversos de alguns alunos, apenas foi possível

concretizar dezassete (correspondentes a sete rapazes e a dez raparigas). O conjunto dos dados recolhidos (através dos questionários, das histórias de ficção científica, das entrevistas e das pautas de avaliação dos alunos) foi utilizado na construção de cinco casos (centrados, cada um deles, num aluno de uma das turmas envolvidas no estudo) e, posteriormente, analisado na globalidade. Para a construção dos casos foram seleccionados, aleatoriamente, alguns dos alunos entrevistados (o que implicava a satisfação do conjunto de critérios já referidos para a realização de entrevistas), pertencentes a ambos os géneros, com níveis de desempenho académico variados e cujas histórias incidiam sobre temas distintos (Quadro 2).

3- As escolas: A selecção das duas escolas baseou-se tanto na sua proximidade geográfica como nas características sócio-culturais dos alunos que as frequentam. Se as escolas incluídas neste estudo fossem em maior número ou mais afastadas uma da outra teria sido extremamente difícil acompanhar e observar cada uma das participantes durante a abordagem da mesma unidade temática. Além disso, o facto das aulas de CTV (do 11º ano) funcionarem em períodos diferentes (manhã e tarde) nestas duas escolas, diminuiu a probabilidade de situações de sobreposição de horários.

A população estudantil que frequenta cada uma destas escolas apresenta características significativamente diferentes: Enquanto a Escola X (com turmas do 3º Ciclo do Ensino Básico e do Secundário) possui uma população bastante heterogénea em relação a níveis sócio-culturais e etnias (apresentando, por exemplo, uma elevada percentagem de alunos de ascendência africana, proveniente de bairros sociais), a Escola Y (apenas com turmas do Ensino Secundário) é frequentada, essencialmente, por alunos de nível sócio-cultural médio-elevado, de ascendência portuguesa. Ao longo dos anos, o corpo docente da Escola X tem desenvolvido um trabalho considerável no sentido de promover o envolvimento dos diferentes alunos nas actividades escolares e o estabelecimento de laços afectivos entre os vários elementos da comunidade educativa – alunos, professores, funcionários, encarregados de educação e comunidade envolvente. São frequentes, por exemplo, as exposições de trabalhos, as festas temáticas, as

peças de teatro, as actividades desportivas ao ar livre, os acampamentos e os intercâmbios com outras instituições nacionais e estrangeiras promovidos por professores e alunos em horário extra-lectivo. Por sua vez, na Escola Y muitos professores preocupam-se única e exclusivamente em assegurar as suas aulas, recusando qualquer actividade ou projecto extra-lectivo. Apesar de existirem alguns projectos na escola, os critérios de selecção dos seus coordenadores e dinamizadores (limitada à necessidade de completar horários de trabalho, sem atender à motivação ou à preparação desses professores) afectam a sua concretização e impacto junto da comunidade educativa. Ao contrário do que acontece na Escola X, o investigador não sentiu a existência de laços afectivos fortes entre os alunos, os professores e os restantes elementos da comunidade educativa; as ligações afectivas com a própria escola também são bastante ténues.

Quadro 1

Breve Caracterização das Professoras e respectivas Turmas

Professoras				e Respectivas Turmas				
Nome	Anos de serviço	Formação académica	Escola onde lecciona	Nº de alunos por turma observada (total e por género)	Curso, agrupamento e formação técnica	Média das classificações a CTV por período		
						1º	2º	3º
Cristina	33	Lic. Ciências Biológicas (FCUL)	X	19 13F 6M	Geral Agrupamento 1 TLB e TLQ	15,2	14,6	15,7
Amélia	19	Lic. Biologia Ramo Educacional (FCUL)	X	17 4F 13M	Geral Agrupamento 1 TLB e ITI	13,1	13,7	14,3
Sónia	24	Lic. Geologia Ramo Educacional (FCUL)	X	16 3F 13M	Geral Agrupamento 1 Desporto	8,9	10,2	9,3
Júlia	24	Lic. Biologia Ramo Educacional (FCUL)	Y	14 2F 12M	Geral Agrupamento 1 ITI e TLQ	12,4	12,7	13,5
Gabriela	19	Lic. Ensino Biologia e Geologia (UAveiro)	Y	20 16F 4M	Geral Agrupamento 1 TLB e TLQ	12,6	13,6	13,2
TOTAL				86 38F 48M				

Quadro 2

Breve Caracterização dos Alunos retratados nos Casos

Nome	Idade	Escola onde estuda	Professora de CTV	Curso, agrupamento e formação técnica	Curso superior desejado	Título da história de ficção científica	Classificação final a CTV	Média global de 11º ano
Ana Margarida	17	X	Cristina	Geral Agrupamento 1 TLB e TLQ	Medicina	A cura para o cancro	19	18,2
Miguel	17	X	Amélia	Geral Agrupamento 1 TLB e ITI	Engenharia do ambiente	A conspiração	17	15,5
Jaime	17	X	Sónia	Geral Agrupamento 1 Desporto	Educação Física	O monstro	11	10,9
Nídia	18	Y	Júlia	Geral Agrupamento 1 ITI e TLQ	Farmácia	O que será?!	9	10,7
Ana Sofia	17	Y	Gabriela	Geral Agrupamento 1 TLB e TLQ	Matemática	Viagem ao futuro	18	17,2

Instrumentos de Recolha de Dados

Os dados de investigação são os materiais em bruto que o investigador recolheu do fenómeno em estudo e que constituem a base da análise. De acordo com Bogdan e Biklen (1994), estes dados incluem os elementos necessários para o estudo aprofundado desse fenómeno e representam, simultaneamente, as provas e as pistas. Quando recolhidos sistematicamente e rigorosamente, protegem a investigação da especulação não fundamentada.

Como métodos de recolha de dados foram: (1) aplicados questionários aos alunos; (2) realizadas entrevistas semi-estruturadas a todas as professoras e a alguns alunos; (3) efectuadas observações directas de sequências de aulas; e (4) analisados vários documentos (histórias de ficção científica redigidas pelos alunos, projectos educativos e/ou planos de actividades das escolas participantes, pautas das turmas participantes)(Quadro 3).

Quadro 3

Dados recolhidos durante o Estudo

Professoras	Nº de entrevistas às professoras	Nº de aulas observadas	Nº de alunos por turma observada	Nº de questionários preenchidos pelos alunos		Nº de entrevistas a alunos	Nº de histórias de ficção científica elaboradas pelos alunos
				Q 1	Q 2		
Cristina	4	14	19	19	19	5	14
Amélia	4	13	17	16	17	2	6
Sónia	4	14	16	15	16	3	5
Júlia	4	15	14	14	12	3	8
Gabriela	4	16	20	20	18	4	11
Total	20	72	86	84	82	17	44

Os Questionários

Os questionários constituíram um registo em primeira-mão das concepções individuais dos alunos. A sua aplicação na sala de aula permitiu recolher informações acerca de todos os alunos participantes no estudo num curto espaço de tempo (Setembro de 2001). De forma a captar toda a riqueza e pormenor das concepções dos alunos relativamente à natureza, ao ensino e à aprendizagem da Biologia e da Geologia, utilizaram-se questionários com itens de resposta aberta. Este tipo de item exige uma análise demorada, mas não limita o teor nem a extensão das respostas apresentadas (o que já não acontece com os itens de escolha múltipla)(Campos, Neves, Fernandes, Conceição e Alaiz, s. d.; Munn e Drever, 1995).

Neste estudo foram construídos dois questionários dirigidos a alunos (Q1 e Q2). O questionário Q1 (Anexo 1) destina-se a conhecer algumas das concepções dos alunos sobre questões controversas recentes em torno da ciência e da tecnologia. O questionário Q2 (Anexo 2) centra-se nas concepções dos alunos sobre o ensino e a aprendizagem das Ciências da Terra e da Vida. Optou-se pela aplicação de dois questionários, em semanas distintas, por se considerar que o preenchimento de um único questionário (centrado nos dois temas) iria requerer um período de tempo demasiado longo para alunos do 11º ano, o que diminuiria a

qualidade das suas respostas (Munn e Drever, 1995). Logo, procurou-se construir questionários breves e fáceis de compreender.

Os protótipos de cada questionário foram avaliados por duas especialistas, com o objectivo de assegurar a clareza na formulação das questões e a adequação das mesmas relativamente ao nível etário dos alunos e aos objectivos do estudo (Goetz e LeCompte, 1984; Huberman e Miles, 1994). Os comentários destas duas especialistas – docentes e investigadoras do Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, com doutoramentos e percursos de investigação em áreas distintas (Psicologia Educacional e Didáctica das Ciências) – conduziram à supressão de algumas questões consideradas supérfluas e à reformulação de outras.

Um aspecto essencial do processo de concepção de um questionário é a sua pilotagem, ou seja, a sua aplicação a um grupo de respondentes com o objectivo de se averiguar a sua adequação aos objectivos pretendidos e de se detectarem eventuais falhas nas questões utilizadas (Fink e Kosecoff, 1985; Oppenheim, 1992). Esta precaução metodológica permite obter uma ideia do tempo necessário ao seu preenchimento, da reacção dos respondentes às diferentes questões, de eventuais dificuldades na compreensão de determinados termos e da forma como as pessoas interpretam cada uma das perguntas (Munn e Drever, 1995). No presente estudo, a pilotagem da versão reformulada dos questionários foi efectuada, pelo investigador, em duas turmas de Ciências da Terra e da Vida, do 11º ano, de uma escola secundária dos arredores de Lisboa. As duas turmas apresentavam características distintas, sendo constituídas por alunos (n=51) com níveis de envolvimento nas actividades escolares e de desempenho académico bastante diferentes. A aplicação dos questionários a este conjunto diversificado de alunos pretendeu avaliar o grau de clareza das questões e determinar o período de tempo necessário ao seu preenchimento. Assim, para além da análise das respostas a cada uma das questões, prestou-se particular atenção aos pedidos de esclarecimento apresentados pelos alunos. A avaliação dos resultados obtidos conduziu a pequenas alterações de pormenor, destinadas a aumentar a clareza do enunciado de algumas questões. Através deste processo, alcançaram-se as versões finais dos

questionários apresentados nos Anexos 1 e 2. Cada um dos questionários pode ser aplicado no início ou no final de uma aula, requerendo um período de preenchimento de cerca de 20 minutos.

Apesar das vantagens dos questionários na obtenção de um número considerável de respostas num período temporal reduzido, estes instrumentos apresentam algumas limitações, nomeadamente, a superficialidade da informação recolhida e o facto desta consistir mais em descrições do que em explicações (Munn e Drever, 1995). Consequentemente, os dados superficiais proporcionados pelos questionários poderão exigir aprofundamento e clarificação mediante entrevista aos participantes, nomeadamente, àqueles que apresentam respostas potencialmente mais relevantes para o estudo em causa (Munn e Drever, 1995; Oppenheim, 1992).

As Entrevistas

Recorreu-se à entrevista semi-estruturada com o intuito de aceder às concepções das professoras e dos alunos relativamente à natureza, ao ensino e à aprendizagem das ciências. O seu objectivo principal consistiu na recolha de opiniões na linguagem do próprio sujeito, permitindo ao investigador o desenvolvimento intuitivo de uma ideia sobre a avaliação que os sujeitos fazem das controvérsias actuais relacionadas com questões científicas e tecnológicas, bem como do ensino e da aprendizagem das Ciências da Terra e da Vida. Uma das potencialidades da entrevista é o facto de permitir correcções, esclarecimentos e adaptações, o que a torna extremamente eficaz na obtenção das informações desejadas (Drever, 1995; Ludke e André, 1986; Oppenheim, 1992). Ao longo da investigação, a relação de confiança e de amizade estabelecida entre o investigador, as professoras e os alunos facilitou e estimulou o diálogo, permitindo colocar a tónica da entrevista na qualidade e proximidade da relação, em detrimento do formalismo.

Durante a primeira fase do estudo foram realizadas três entrevistas semi-estruturadas a cada uma das professoras: 1) a primeira (EP1) foi efectuada no início do ano escolar (Setembro de 2001) e procurou obter evidências das

concepções das professoras; 2) a segunda entrevista (EP2) decorreu pouco tempo antes da observação da unidade lectiva (Outubro de 2001) e pretendeu promover a discussão sobre as finalidades, os objectivos e as actividades previstas para essa mesma unidade; 3) a terceira entrevista (EP3) foi realizada após a observação da unidade (Março de 2002) e destinou-se a promover a reflexão sobre a sua implementação (resultados obtidos, dificuldades, sucessos, etc.)(Cronograma do Estudo, p. 164). Nesta fase da investigação (Março de 2002), também foi efectuada uma entrevista semi-estruturada a alguns alunos (EA) que procurou aprofundar e esclarecer aspectos das respostas aos questionários e das histórias de ficção sobre o trabalho dos cientistas.

A entrevista semi-estruturada caracteriza-se pela utilização de um guião suficientemente flexível para permitir ao entrevistador a recolha de dados relativos a dimensões inesperadas do tópico em estudo (Drever, 1995; Bogdan e Biklen, 1994). Os guiões utilizados nas entrevistas EP1 e EP2 (Anexos 3 e 4, respectivamente) procuraram garantir que os diversos entrevistados abordassem os mesmos temas sem, no entanto, exigir uma ordem rígida nessa abordagem. Logo, a sua grande utilidade resultou do facto de optimizarem o tempo disponível, permitindo recolher dados susceptíveis de comparação. A entrevista EP3 baseou-se num guião base (Anexo 5), centrado nas particularidades das aulas realizadas por cada uma das professoras e, como tal, adaptável a cada uma das realidades observadas.

As entrevistas semi-estruturadas aos alunos (EA) foram orientadas pelas respostas de cada aluno aos questionários Q1 e Q2 (Anexos 1 e 2, respectivamente) e por um guião base (Anexo 6) para a discussão dos enredos das histórias de ficção científica redigidas por cada um dos entrevistados. A análise prévia dos questionários e das histórias permitiu detectar aspectos passíveis de serem clarificados ou aprofundados através da realização de uma entrevista focada (Cohen e Manion, 1980). A utilização combinada de questionários e entrevistas resulta particularmente útil: os questionários proporcionam uma imagem alargada, mas superficial, de um determinado contexto; as entrevistas permitem aprofundá-la (Drever, 1995). A utilização prévia de um questionário auxilia a identificação de

questões ou casos interessantes para posterior acompanhamento e aprofundamento mediante entrevista.

A entrevista semi-estruturada (EP1) foi concebida com o objectivo de explorar as concepções das professoras sobre: a) a natureza do conhecimento científico e tecnológico; b) o ensino e a aprendizagem da Biologia e da Geologia; e c) questões controversas recentes em torno da ciência e da tecnologia. O seu guião (Anexo 3) procurou garantir a obtenção de informações relativas às seguintes dimensões de cada entrevistado: (1) Percurso profissional; (2) Características do contexto em que lecciona; (3) Auto-conceito como professor de Ciências Naturais; (4) Concepções sobre o ensino e a aprendizagem das Ciências Naturais; (5) Concepções sobre a natureza da ciência e da tecnologia; (6) Concepções sobre questões controversas relacionadas com ciência e tecnologia; e (7) Concepções sobre a formação contínua de professores. Os diferentes aspectos de cada uma destas dimensões foram explorados através de várias questões incluídas no guião. A adequação do guião aos objectivos da entrevista EP1 foi avaliada através da sua utilização num estudo piloto. A análise das reacções e do teor das respostas dos entrevistados permitiu constatar as potencialidades do guião na obtenção de informação pertinente para a investigação. O diálogo estabelecido durante as entrevistas permitiu a detecção e a exploração de alguns aspectos, importantes para a compreensão da problemática em estudo, que não haviam sido previstos nem antecipados pelo guião. Logo, no estudo principal esses aspectos passaram a integrar o guião das entrevistas.

Todas as entrevistas foram realizadas na escola, pelo investigador, num espaço sossegado (sala do grupo de Biologia/Geologia) e gravadas em áudio. Este registo permitiu o acesso posterior à totalidade do discurso e não apenas a notas parcelares manuscritas. Posteriormente, a transcrição integral das entrevistas foi sujeita a uma análise categorial (Bardin, 1977; Gil Flores, 1999).

As Observações

A observação proporcionou o acesso directo às escolas e às salas de aula, com o objectivo de se procurar conhecer como as professoras e os alunos se

comportam e interagem nesses contextos específicos (Simpson e Tuson, 1995). Esta observação, de tipo naturalista, pretendeu estudar os sujeitos no seu ambiente habitual (Bogdan e Biklen, 1994). Ao longo de mais de um ano, o investigador frequentou a sala de professores de cada uma das escolas, conversou com professores de diferentes áreas disciplinares, partilhou os sucessos e os insucessos dos participantes no estudo, acompanhou a planificação e a implementação de aulas e foi convidado para festas organizadas por grupos de professores e alunos. Com o decurso da investigação, a relação entre o investigador e os sujeitos tornou-se menos formal, tendo aumentado o nível de à-vontade e de confiança. O investigador passou a ser encarado “não como uma pessoa que sabe tudo, mas como alguém que quer aprender” (Bogdan e Biklen, 1994, p. 113) e como um colega com quem se discutem os êxitos, as dificuldades e os problemas.

Durante esta fase da investigação, foi observada a mesma sequência de aulas, planeada e implementada por cada professora participante sem quaisquer orientações ou comentários por parte do investigador. Esta sequência, com cerca de 14 aulas (Dezembro de 2001 a Fevereiro de 2002), centrou-se em tópicos programáticos (mitose, meiose e reprodução assexuada e sexuada) que, na opinião das professoras (expressa durante a entrevista EP1), permitem a abordagem de questões controversas como, por exemplo, a clonagem ou a engenharia genética. Pretendiam observar-se as estratégias utilizadas pelas professoras na abordagem destes tópicos e averiguar se, eventualmente, recorrem a metodologias de discussão de questões controversas. Salienta-se o facto das professoras desconhecerem as razões que motivaram a observação dessas aulas específicas e os objectivos do estudo. Procurou-se, desta forma, não induzir a opção por determinada metodologia ou estratégia de sala de aula. A utilização combinada de observação e de entrevistas proporcionou um conjunto de informação bastante rico sobre a forma como as professoras pensam e actuam, permitindo averiguar se as descrições dos entrevistados se referem à realidade das suas aulas ou a percepções gerais do que constitui uma boa prática (Drever, 1995).

Em virtude do seu teor naturalista, a observação não foi dirigida por um guião de observação rígido. Contudo, foi dada especial atenção às actividades propostas

pelas professoras, às interacções estabelecidas e ao grau de envolvimento dos alunos durante a realização das mesmas. Geralmente, o investigador assumiu o papel de observador directo não participante (Cohen e Manion, 1980), não intervindo nas interacções estabelecidas na sala de aula e limitando-se a registar descrições dos acontecimentos observados sob a forma de notas de campo. Este tipo de observação procurou reduzir ao mínimo a influência do investigador nas interacções estabelecidas. No entanto, a presença constante do investigador na escola e na sala de aula, bem como a relação de empatia estabelecida com as professoras e alguns alunos, fizeram com que estes solicitassem, por vezes, a opinião do investigador relativamente a questões em discussão.

A Análise Documental

A análise documental constitui uma técnica adequada tanto à identificação de novos aspectos de uma situação como ao complemento de informações obtidas mediante outras técnicas (Guba e Lincoln, 1981; Ludke e André, 1986). Entre outros aspectos, esta técnica proporciona informações sobre determinado contexto, nomeadamente, escolar (estatísticas, regulamentos, relatórios, entre outras). A análise documental revela-se, ainda, particularmente adequada quando a linguagem dos sujeitos é decisiva para a investigação, revelando-se úteis todos materiais escritos pelo próprio (Holsti, 1969, citado por Ludke e André, 1986). No presente estudo, a análise documental centrou-se em documentos oficiais das escolas onde decorreu o estudo (projectos educativos e/ou planos de actividades, pautas com as notas dos alunos participantes) e em documentos pessoais escritos pelos sujeitos (histórias de ficção científica redigidas pelos alunos e materiais didácticos utilizados nas aulas). Os documentos oficiais permitiram o acesso à perspectiva oficial sobre cada uma das escolas (Bogdan e Biklen, 1994): projecto educativo, contexto sócio-cultural em que se insere, características dos alunos que a frequentam, nível de desempenho académico dos alunos, recursos físicos e humanos disponíveis, plano de actividades, entre outros.

As histórias de ficção científica foram redigidas a pedido do investigador, mas solicitadas aos alunos como um trabalho de casa inserido nas actividades previstas pelas professoras. Foi pedido a cada um dos alunos participantes que escrevesse uma história de ficção científica imaginando um grupo de cientistas a trabalhar numa situação concreta à sua escolha. Solicitou-se a referência explícita ao trabalho de um grupo de cientistas, com o objectivo de assegurar a recolha de informações acerca das relações dentro da comunidade científica. Estas histórias representaram mais uma forma de aceder a eventuais concepções dos sujeitos sobre os assuntos em estudo. Acredita-se que os enredos das histórias de ficção científica elaboradas reflectem uma combinação de vários elementos, nomeadamente: a) das ideias e dos sentimentos dos alunos acerca da ciência; b) dos valores dos alunos; c) de imagens provenientes dos meios de comunicação social, de filmes e de livros de ficção científica; d) de representações sociais relativamente aos cientistas e à actividade científica; e e) do conjunto de elementos que os alunos identificam como parte integrante de uma boa história de ficção científica. Logo, a análise dos enredos destas histórias não proporcionou um retrato das concepções dos alunos acerca do empreendimento científico e das características dos cientistas, permitindo apenas obter evidências passíveis de clarificação, aprofundamento e discussão através de entrevista. Provavelmente, a tarefa teria sido facilitada se tivessem sido solicitadas “histórias” em vez de “histórias de ficção científica” sobre o trabalho dos cientistas. Contudo, optou-se pelo elemento de ficção em virtude do interesse que suscita nos alunos (Aiex, 1999; Freudenrich, 2000).

Análise de Dados

Segundo Erickson (1998), a análise de dados consiste na revisão das fontes de informação com uma questão em mente, tendo em vista decidir que informação tratar e, mais importante ainda, que informação não tratar. Nesta investigação, as respostas aos questionários, as transcrições das entrevistas, as notas de campo e as histórias de ficção científica foram submetidas a uma análise categorial que

procurou extrair as concepções implícitas acerca dos vários aspectos em estudo. De acordo com Bardin (1977), trata-se de um tipo de análise que envolve a classificação dos elementos de significação, constitutivos de um texto, de acordo com determinadas categorias susceptíveis de introduzir ordem na aparente desordem dos dados em bruto. As categorias são definidas de acordo com o que se procura ou se espera encontrar, proporcionando uma representação simplificada e condensada dos dados brutos (Bardin, 1977). O processo de construção de categorias, apesar de essencialmente intuitivo, é influenciado por diversos aspectos como, por exemplo, os objectivos e o enquadramento teórico do estudo, as concepções e os conhecimentos do investigador. Envolve a comparação das diferentes unidades de informação com o objectivo de se detectarem regularidades recorrentes entre os dados disponíveis (Bardin, 1977; Bogdan e Biklen, 1994).

A análise das diferentes fontes de informação foi efectuada colaborativamente pelo autor e pela orientadora deste estudo. As diferentes interpretações e as poucas discrepâncias que emergiram durante o processo de classificação foram discutidas entre os dois investigadores. Desta forma, procurou-se enriquecer o processo de interpretação dos dados recolhidos (Huberman e Miles, 1994; Ludke e André, 1986; Morse, 1994).

Neste estudo, a leitura repetida e a análise aprofundada de cada um dos conjuntos de dados de investigação permitiram, numa primeira fase, a classificação dos elementos de significação de acordo com categorias definidas previamente e, numa segunda fase, a sua distribuição por sub-categorias de natureza temática (ainda mais específicas) que emergiram durante este processo. A cada uma destas categorias e sub-categorias foi atribuído um título conceptual, descritivo ou interpretativo dos excertos nela agrupados. De acordo com um processo de codificação indutiva (Gil Flores, 1999), o conjunto das categorias foi sucessivamente redefinido de forma a permitir a acomodação de excertos que não se enquadravam nas classes já existentes.

Depois de uma primeira fase de classificação – e conforme sugerido por Gil Flores (1994) – o conteúdo incluído em cada categoria foi analisado tendo em vista

a fusão de categorias afins ou de fraca representatividade, a subdivisão de categorias demasiado grandes e de conteúdo excessivamente heterogéneo e a avaliação da adequação dos títulos conceptuais ao conteúdo de cada categoria. Posteriormente, em algumas situações, procedeu-se ao cálculo da percentagem por categoria e sub-categoria, visando conhecer a importância relativa de cada uma das concepções detectadas. Estes dados quantitativos foram incluídos neste trabalho qualitativo sob a forma de estatística descritiva (Bogdan e Biklen, 1994). De acordo com Erickson (1998) e Maxwell (1998), mesmo numa análise qualitativa, o investigador deve prestar particular atenção à frequência relativa de categorias e sub-categorias com o objectivo de se distinguir entre o típico e o atípico. Para uma leitura mais facilitada das grandes tendências detectadas, as categorias, sub-categorias e respectivas frequências e percentagens foram organizadas em quadros ou mapas lógico-semânticos (Mucchielli, 1974/1988). Na quase totalidade dos quadros, as percentagens apresentadas dizem respeito a enunciados que não se excluem (cada aluno pode referir mais do que um aspecto). Por isso, o total das percentagens respeitantes aos diferentes aspectos pode ser superior a 100%.

Realização de um Estudo Piloto

O estudo piloto, financiado pelo Instituto de Inovação Educacional através da Medida 2 do Sistema de Incentivos à Qualidade do Ensino (Projecto nº42/2000), surge como uma preparação do estudo principal. Foi concebido com os seguintes objectivos:

- (1) construir um corpo de conhecimento sobre o impacto das controvérsias recentes em torno de questões científicas e tecnológicas nas concepções acerca da natureza, do ensino e da aprendizagem das ciências e nas práticas de sala de aula de um grupo específico de professores de Biologia/Geologia;
- (2) aprofundar os conhecimentos do investigador relativamente a técnicas de entrevista e de análise de conteúdo;

(3) avaliar a adequação do guião aos objectivos definidos para a entrevista (EP1).

Este estudo piloto, de natureza qualitativa, baseou-se em estudos de caso múltiplos. Os diferentes estudos de caso foram efectuados tendo em vista a sua posterior comparação, com a finalidade de detectar tendências. Como unidade de investigação para cada um destes estudos de caso foi seleccionado um professor do grupo de Biologia e Geologia. Assim, neste estudo piloto participaram cinco professores do grupo de Biologia e Geologia (11º Grupo B) que trabalham com alunos do 7º ao 12º ano em cinco escolas de Lisboa e arredores. Estes professores foram seleccionados com base nos seus diferentes tempos de serviço (de 3 a 39 anos) e percursos profissionais e pessoais.

O investigador entrevistou cada um dos professores participantes no seu local de trabalho. A gravação das entrevistas, em suporte áudio, permitiu o acesso posterior à totalidade do discurso e não apenas a notas parcelares manuscritas. Posteriormente, as transcrições integrais das entrevistas foram sujeitas a análise de conteúdo categorial, visando uma análise qualitativa mais pormenorizada (Bardin, 1977). Os resultados deste estudo (referidos na fundamentação teórica deste trabalho) foram divulgados através da apresentação de comunicações em congressos (Reis, 2001, 2003a) e da publicação de um artigo numa revista internacional da especialidade (Reis e Galvão, *in press*).

3.2.2 Fase 2: Acção de Desenvolvimento Profissional

Objectivos

A pertinência de uma segunda fase foi suscitada pela análise das informações obtidas na primeira fase da investigação. A detecção de uma determinada realidade (caracterizada por concepções bastante limitadas e estereotipadas acerca da ciência, entre os alunos, e por práticas de sala de aula marcadas, maioritariamente, pela transmissão de informação e pela ausência de

referências explícitas aos processos e à epistemologia da ciência) motivou o investigador para um prolongamento e aprofundamento do estudo, através de uma componente de investigação-acção.

A investigação, inicialmente planeada como um conjunto de estudos de caso, acabou por conduzir a um processo de investigação-acção, com o objectivo duplo de investigar (compreender) e intervir sobre uma situação concreta (mudar)(Carr e Kemmis, 1986; Dick, 2000; Johnson, 1993). A associação dos termos *acção* e *investigação* realça as características fundamentais deste método: a implementação e avaliação de ideias como forma de desenvolver conhecimento e a melhorar o currículo, o ensino e a aprendizagem (Kemmis e McTaggart, 1982).

De acordo com Cohen e Manion (1980), a investigação-acção realizada nas escolas constitui um processo: a) situacional – envolvendo o estudo de um problema num contexto específico e a tentativa de o solucionar nesse mesmo contexto; b) colaborativo – associando investigadores e professores em projectos conjuntos; c) participativo – implicando os elementos da equipa na implementação da investigação; e d) auto-avaliativo – avaliando e incorporando, constantemente, modificações ao longo do processo com o objectivo final de melhorar as práticas e de contribuir para a construção de conhecimento sobre a educação e o ensino (acessível à comunidade docente em geral). Frequentemente, esta metodologia é descrita como uma sequência cíclica de quatro fases: planeamento, acção, observação e reflexão (Carr e Kemmis, 1986; Kuhne e Quigley, 1997). Por vezes, este modelo cíclico é apresentado como um processo de aprendizagem mediante o qual os indivíduos aprendem e constroem conhecimento, através de reflexão crítica sobre as suas próprias acções e experiências (Kolb, 1984).

Os programas de intervenção no âmbito de um processo de investigação-acção podem centrar-se, entre outros aspectos, na estimulação da vontade de agir, inovar e mudar, na resolução de problemas em contexto e no desenvolvimento de conhecimento (Cohen e Manion, 1980; Kuhne e Quigley, 1997). A realização de projectos de investigação-acção na escola e em sala de aula permite: a) solucionar problemas diagnosticados em situações específicas; b)

promover o desenvolvimento pessoal e profissional dos professores; c) introduzir abordagens inovadoras de ensino e aprendizagem em sistemas resistentes à inovação e à mudança; e d) melhorar a interacção (e colmatar o fosso) entre a comunidade docente e a comunidade de investigadores em educação (Cohen e Manion, 1980; Johnson, 1993). Alguns autores encaram a investigação-acção como o elemento chave para uma investigação mais relevante para as preocupações e necessidades dos professores e da comunidade educativa (Kemmis, 1993).

No presente estudo, a componente de intervenção envolveu a concepção, a realização e a avaliação de uma acção de formação destinada às professoras envolvidas na fase anterior do projecto (Cronograma do Estudo, p. 164). Com esta acção de formação procurou-se estimular a reflexão dos participantes sobre: (1) aspectos da natureza, do ensino e da aprendizagem da ciência; (2) as potencialidades da realização de actividades de discussão de assuntos controversos nas suas aulas de Biologia e Geologia; (3) os factores que dificultam ou facilitam a concepção e a implementação deste tipo de actividades. Simultaneamente, este processo de intervenção pretendeu apoiar as professoras na construção do conhecimento didáctico necessário à concepção e implementação de actividades de discussão de assuntos controversos nas suas aulas de Ciências da Terra e da Vida. Para além disso, pretendeu-se estudar as potencialidades de um tipo de acção de formação – privilegiando a reflexão sobre a prática de ensino dos participantes e a aprendizagem vivencial, colaborativa e centrada em problemas – no desenvolvimento pessoal e profissional deste grupo específico de professoras.

Na estimulação da discussão e da reflexão assumiram um papel de destaque os dados relativos: a) às concepções dos alunos sobre o ensino a aprendizagem e a natureza da ciência – obtidos na primeira fase do estudo através da aplicação dos questionários, da construção das histórias de ficção científica e da realização de entrevistas; b) às incoerências existentes entre as concepções das professoras (acerca da natureza, do ensino e da aprendizagem da ciência) e as suas práticas de sala de aula – detectadas através das entrevistas e da observação de aulas.

Esta acção envolveu um conjunto articulado de actividades com vista a:

- a) Promover a reflexão das professoras em torno (1) das suas concepções acerca da natureza, do ensino e da aprendizagem das ciências, (2) das discrepâncias detectadas entre essas concepções e as suas práticas de sala de aula, (3) das concepções dos seus alunos acerca da natureza da ciência e da inadequação de algumas dessas concepções, (4) da possível origem das concepções dos alunos e (5) da importância de um ensino da Biologia e da Geologia que aborde explicitamente aspectos da natureza da ciência (Figura 3). A discussão e a reflexão foram estimuladas através da realização de actividades e da análise das concepções dos seus alunos (expressas nas respostas aos questionários Q1 e Q2, nas entrevistas e nas histórias de ficção científica) e de textos de natureza teórica e de natureza investigativa (estudos de caso, resultados de investigação) sobre a temática.
- b) Promover a construção de conhecimento acerca da implementação de actividades de discussão de assuntos controversos como metodologia adequada à interiorização, pelos alunos, de concepções sobre a ciência de acordo com as ideias actuais da epistemologia da ciência. Esta fase implicou a vivência e a discussão deste tipo de actividades pelos participantes, com o objectivo de construir conhecimentos sobre a implementação de um ensino “com” e “para” a discussão. Pretendeu aprofundar o conhecimento do investigador sobre os factores que, na opinião destas professoras, dificultam a realização deste tipo de actividades nas suas aulas. De seguida, foram definidas e discutidas formas de ultrapassar vários destes factores.
- c) Fomentar a concepção de materiais e o planeamento de actividades, adequadas às aulas de Ciências da Terra e da Vida, que integrem os conhecimentos construídos durante o curso e contribuam para a construção de concepções acerca da natureza da ciência, de acordo com as ideias actuais da epistemologia da ciência.

- d) Apoiar, acompanhar e avaliar a implementação destas actividades em contexto de sala de aula, de forma a auxiliar a aplicação dos conhecimentos construídos no curso e a facilitar a superação de eventuais dificuldades.
- e) Contribuir para a implementação de um ensino das ciências que contemple as dimensões de educação para a cidadania, literacia científica e tomada de decisões previstas nas orientações curriculares actuais.
- f) Estudar as potencialidades de um determinado tipo de acção formativa pontual – privilegiando a reflexão sobre a prática lectiva dos participantes e a aprendizagem vivencial, colaborativa e centrada em problemas – no desenvolvimento pessoal e profissional de um grupo específico de professores caracterizado por dificuldades e necessidades de formação particulares.

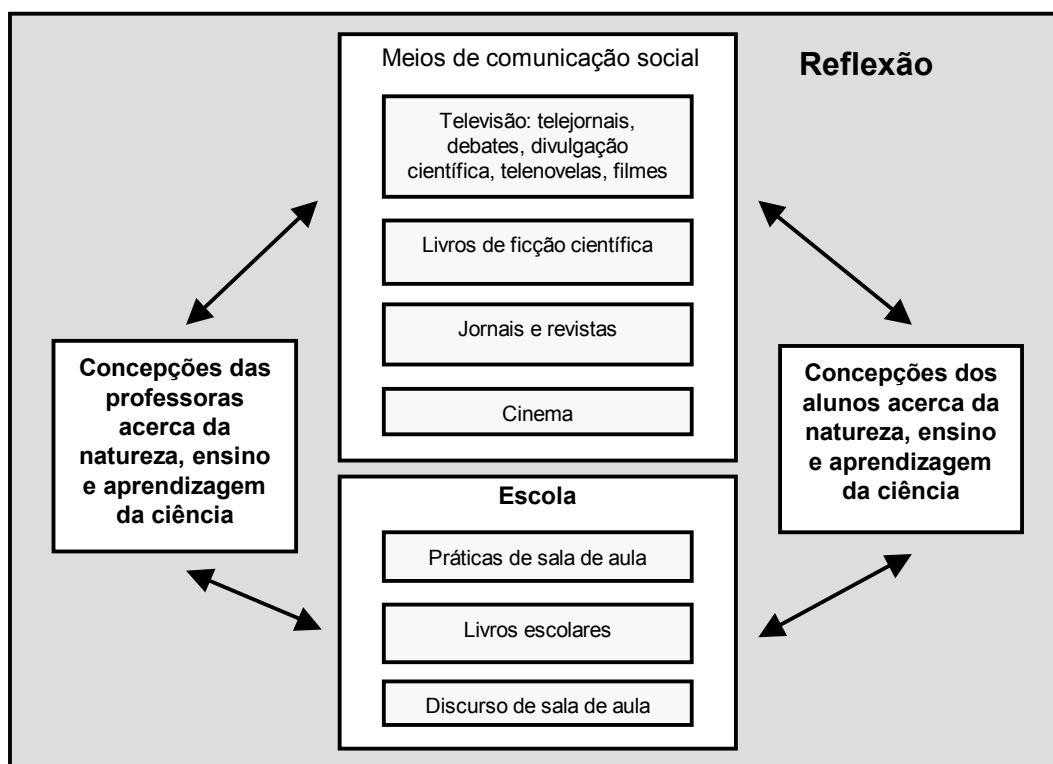


Figura 2 – Esquema da Componente Reflexiva da Oficina de Formação.

A acção foi realizada na modalidade de Oficina de Formação, prevista no Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores (Conselho Científico-Pedagógico da Formação Contínua, 1996, 1999). Esta modalidade de formação centra-se nos contextos escolares e nas práticas dos professores, orientando-se para a resolução de problemas das escolas e para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem dos alunos através do questionamento e da modificação das práticas. Pretende que os professores em formação experimentem, nas suas próprias aulas, os procedimentos de acção ou materiais de intervenção definidos pelo conjunto dos participantes como a resposta mais adequada ao aperfeiçoamento da sua prática educativa.

O programa pormenorizado da acção de formação – incluindo objectivos, princípios orientadores, estratégias e descrição das actividades previstas – foi submetido à apreciação de duas especialistas no que respeita à sua estrutura e adequação aos objectivos. Os comentários destas duas especialistas – um elemento do Conselho Científico-Pedagógico da Formação Contínua e ex-Directora de um Centro de Formação de Associação de Escolas e uma docente do Ensino Superior com especialização em Teoria e Desenvolvimento Curricular e larga experiência na formação inicial e contínua de professores – conduziram ao reforço de algumas componentes da acção de formação. Seguidamente, o projecto da Oficina de Formação foi submetido ao processo de acreditação pelo Conselho Científico-Pedagógico da Formação Contínua, através do Centro de Formação de Associação de Escolas “À Descoberta”.

Participantes

A acção de desenvolvimento pessoal e profissional foi concebida, especificamente, para as cinco professoras participantes na primeira fase do projecto de investigação, baseando-se nas suas concepções e práticas. Contudo, foi permitida e estimulada a participação de outros docentes (do mesmo grupo disciplinar) das duas escolas participantes no estudo. Pensou-se que a participação

de um maior número de elementos, provenientes dos mesmos contextos educativos, poderia contribuir para o enriquecimento da interacção estabelecida. Logo, a acção de formação acabou por ter um conjunto de dez participantes.

Com a concordância de todos os participantes, foi estabelecido que as sessões conjuntas decorreriam na escola com maior número de participantes. As sessões de apoio e acompanhamento da implementação de actividades em contexto de sala de aula decorreram nas escolas de cada professor.

Calendário

A acção teve início no mês de Fevereiro de 2002 e envolveu: a) sete sessões presenciais conjuntas, de três horas, em horário pós-laboral (distribuídas pelos meses de Fevereiro e Março); b) uma fase de apoio e acompanhamento das professoras na implementação das unidades didácticas concebidas nas sessões presenciais (que se prolongou até ao mês de Julho); e c) uma fase de avaliação da acção pelas participantes, pelo formador e por um avaliador externo (no final do ano lectivo)(Esquema Pormenorizado da Acção de Formação, p. 159).

Estratégias e Princípios Orientadores

Nesta fase de intervenção, o conceito de desenvolvimento profissional foi entendido no sentido da disponibilização de oportunidades aos educadores para desenvolverem novos conhecimentos, capacidades, abordagens e disposições que lhes permitissem melhorar a sua prática nas suas salas de aula (Loucks-Horsley, Hewson, Love e Stiles, 1998). A acção de formação privilegiou a reflexão sobre as concepções e a prática dos participantes e a aprendizagem vivencial, colaborativa e centrada em problemas identificados pelos participantes. Procurou-se salientar a importância do desenvolvimento do conhecimento a partir do trabalho e reflexão dos próprios professores (Ponte, 1998; Schön, 1983, 1987; Zeichner, 1993). Desta forma, os professores são “entendidos não como consumidores de conhecimento,

mas como sujeitos capazes de gerar conhecimento e de valorizar o conhecimento desenvolvido por outros” (Marcelo García, 1999, p. 30).

Com esta acção de formação, pretendeu-se que as professoras desenvolvessem uma visão crítica do seu trabalho através da reflexão sobre as compatibilidades e as incompatibilidades existentes entre: (1) as suas concepções acerca da natureza, do ensino e da aprendizagem da ciência; (2) a sua própria prática; e (3) as orientações curriculares para o ensino das Ciências da Terra e da Vida. Funcionou como um espaço e um tempo onde se discutiram as eventuais incompatibilidades detectadas e onde se procurou construir – em interacção uns com os outros – o conhecimento necessário para as ultrapassar. Procurou-se, assim, promover um processo reflexivo orientado para a acção (Kemmis, 1985).

O planeamento e a concepção da acção de desenvolvimento pessoal e profissional envolveram a selecção de uma variedade de estratégias de aprendizagem criteriosamente combinadas entre si. Esta selecção de estratégias foi influenciada pelos objectivos de cada um dos momentos da acção, pelas concepções do investigador (acerca do ensino, da aprendizagem e do desenvolvimento profissional) e por vários aspectos do contexto específico a que se destinou a acção (concepções e práticas das professoras; características dos seus alunos; recursos disponíveis).

No entanto, apesar de existirem estratégias específicas de determinados momentos, toda a acção se baseou no pressuposto de que os professores podem orientar o seu próprio desenvolvimento sócio-cognitivo, através da acumulação e interiorização de experiências e da interacção com outros professores. Assumiu-se, assim, uma concepção epistemológica construtivista e interaccionista do desenvolvimento (Perret-Clermont, 1976/78; Doise e Mugny, 1981). Todos os momentos da acção privilegiaram a discussão, a análise e a reflexão conjunta de casos, opiniões, resultados de investigação, práticas, estratégias e actividades. Através da verbalização e da interacção, os professores têm a oportunidade de formular ideias, aprender uns com os outros, tomar consciência de perspectivas alternativas, interiorizar teoria, criticar ideias, tomar consciência das suas

concepções, envolver-se em reflexão colaborativa sobre problemas reais com que deparam e aumentar o seu conhecimento didáctico na tentativa de ultrapassar esses problemas.

1º Momento

Para o início da acção foram seleccionadas estratégias de promoção de reflexão conjunta sobre as concepções das professoras participantes e dos seus alunos acerca da natureza, da aprendizagem e do ensino da ciência. Através da realização de actividades de identificação de concepções e da análise de trabalhos elaborados pelos alunos, de textos de natureza teórica sobre a temática e de estudos de caso, procurou-se estimular a reflexão e a discussão sobre concepções e práticas de sala de aula.

A análise e discussão de textos elaborados pelos alunos – respostas aos questionários e histórias de ficção científica – proporcionaram o acesso às suas concepções sobre a natureza, o ensino e a aprendizagem da ciência. Desta forma, as professoras olharam para a ciência e para as aulas de Biologia e Geologia através dos olhos dos alunos, o que permitiu conhecer melhor o seu pensamento e detectar, por exemplo, algumas ideias estereotipadas sobre a natureza da ciência, merecedoras de exploração em sala de aula. A análise do trabalho dos alunos pretendeu estimular a reflexão de cada professora sobre as implicações do seu ensino, nomeadamente, sobre o eventual impacto da prática de sala de aula nas concepções dos alunos acerca da natureza da ciência. De acordo com Loucks-Horsley, Hewson, Love e Stiles (1998), a análise do trabalho dos alunos permite obter informações sobre a sua aprendizagem e orientações para a concepção de novas experiências de aprendizagem.

Os casos discutidos neste momento da acção – construídos no estudo piloto – centravam-se nas concepções e práticas de alguns professores, descrevendo a forma como estes tentam ultrapassar as dificuldades inerentes à realização de determinadas estratégias e actividades sugeridas pelas orientações curriculares para o ensino da Biologia e da Geologia. Pretenderam fornecer elementos úteis

para uma discussão centrada nas potencialidades, limitações e dificuldades de implementação dessas abordagens. Logo, a discussão destes casos permitiu envolver as professoras na discussão do porquê e do como utilizar determinadas estratégias, desafiar as suas concepções acerca da utilização adequada dessas estratégias e aumentar o repertório de estratégias a que poderão recorrer nas suas aulas (J. Shulman, 1992). A oportunidade de analisarem e discutirem situações reais de ensino e de aprendizagem pretendeu encorajar as professoras a envolverem-se na resolução de problemas através da colocação de questões, da exploração de múltiplas perspectivas e da discussão de soluções alternativas (Barnett e Sather, 1992). A discussão de casos permite que os professores repensem as suas atitudes e crenças e, eventualmente, mudem as suas práticas de sala de aula (Barnett e Sather, 1992; Merseth, 1996; Preskill e Jacobvitz, 2001).

2º Momento

Neste momento optou-se por permitir às professoras participantes experimentarem algumas estratégias e actividades propostas pelas orientações curriculares actuais. Esta opção resultou da convicção de que as oportunidades de desenvolvimento profissional necessitam de estar em sintonia com as ideias que pretendem veicular pois, tendencialmente, os professores ensinam da forma como foram ensinados. Os princípios da aprendizagem humana aplicam-se tanto a professores como a alunos; ambos aprendem através da experiência directa e da construção dos seus próprios significados a partir dessas experiências e de conhecimentos prévios. Para que os professores consigam implementar determinado tipo de abordagem, estratégia ou actividade nas suas aulas, necessitam primeiro de experimentar e de compreender por si próprios os processos envolvidos na aprendizagem através destas abordagens, estratégias ou actividades (Loucks-Horsley, Hewson, Love e Stiles, 1998).

Portanto, para além de discutirem as potencialidades educativas das actividades de discussão de assuntos controversos e de representação de papéis, os participantes foram convidados a realizar este tipo de actividades. Acredita-se

que a vivência e a discussão deste tipo de actividades pelos participantes facilita a construção do conhecimento didáctico necessário à sua realização, aumentando a probabilidade da sua utilização em contexto de sala de aula.

3º Momento

No terceiro momento desta acção de desenvolvimento pessoal e profissional privilegiou-se a concepção de materiais e o planeamento de actividades, adequados aos contextos de trabalho dos participantes, que integrassem os conhecimentos construídos durante o curso e estimulassem a construção de concepções acerca da natureza da ciência de acordo com as ideias actualmente defendidas pela epistemologia da ciência. Pretendeu-se criar condições para uma interacção com ideias, materiais e colegas, com o objectivo de promover a reflexão e aumentar a probabilidade de aplicação, na sala de aula, das ideias abordadas no projecto. Acredita-se que a concepção de actividades adequadas ao contexto concreto de cada participante reforça a construção de conhecimento didáctico.

4º Momento

No quarto momento, as professoras foram convidadas a implementar nas suas aulas as actividades concebidas durante acção de formação. Para tal, dispuseram do apoio e do acompanhamento do investigador. Esta estratégia pretendeu facilitar a aplicação dos conhecimentos construídos durante as fases anteriores e a superação de eventuais dificuldades, tendo-se baseado nos seguintes pressupostos:

1. A implementação de novas estratégias e actividades em sala de aula facilita a construção de conhecimentos acerca dessas novas propostas de ensino. A reflexão sobre o que se experimenta e vive aumenta os conhecimentos dos sujeitos. A discussão estruturada depois da implementação destas estratégias permite que os professores sejam reflexivos e analíticos acerca do seu desempenho na sala de aula. Através desta discussão, os professores podem apresentar as suas

experiências pessoais, ver os seus sucessos reforçados e obter ajuda para a compreensão e superação de problemas e dificuldades.

2. Quando os professores implementam novos materiais ou práticas de ensino é provável que deparem com problemas e obstáculos e se sintam pouco confiantes. Frequentemente, estas dificuldades são específicas de cada professor. Logo, durante esta fase de implementação, os professores beneficiam de um apoio e de um acompanhamento personalizados que correspondam às suas expectativas, necessidades e dificuldades específicas. O apoio e o acompanhamento disponibilizado pelo investigador podem ser especialmente úteis na promoção da reflexão dos professores acerca do seu desempenho, no reforço dos sucessos obtidos e na superação de dificuldades.
3. Os professores podem questionar as suas concepções e ser impulsionados no sentido de uma alteração das suas práticas através da experiência concreta de novas estratégias de ensino nas suas aulas. Contrariando a visão de que a alteração das práticas depende de uma mudança prévia das concepções, existem evidências de que as concepções e as práticas interagem reciprocamente e que as mudanças numa dimensão podem desencadear alterações na outra dimensão. Por vezes, o ceticismo inicial dos professores desaparece completamente depois de experimentarem e implementarem determinada abordagem nas suas aulas e constatarem o seu impacto nas aprendizagens dos alunos (Guskey, 1986, 2002; Ferrini-Mundy, 1997). Quando os professores experimentam novas abordagens e observam o seu impacto positivo nas aprendizagens dos alunos, o seu comprometimento com a mudança pode aumentar (Loucks-Horsley, Hewson, Love e Stiles, 1998).

5º Momento

Num último momento, as professoras participantes tomaram contacto com as actividades planeadas e implementadas pelos seus colegas. Procurou-se envolver as professoras na análise e discussão destas experiências, na avaliação do seu impacto nos alunos e na reflexão sobre eventuais formas de as melhorar. Mais uma vez se valorizaram a interacção e a reflexão conjunta como formas privilegiadas de promover a construção de conhecimento.

Estrutura Pormenorizada da Acção de Formação

Apresenta-se de seguida um esquema com a descrição pormenorizada das actividades realizadas nas sessões de cada um dos momentos da acção de desenvolvimento pessoal e profissional.

1º Momento da Acção (Sessões Conjuntas 1 e 2)

Apresentação	<ol style="list-style-type: none">1. Apresentação dos participantes.2. Definição do calendário da acção.3. Apresentação das temáticas, das metodologias, das actividades e dos critérios de avaliação da acção.
Reflexão sobre a origem e o impacto das concepções de professores e alunos sobre a natureza, o ensino e a aprendizagem da ciência	<ol style="list-style-type: none">4. Identificação de concepções das professoras participantes e dos seus alunos acerca da natureza, do ensino e da aprendizagem da ciência.<ul style="list-style-type: none">• Discussão dos “conceitos de literacia científica” defendidos por cada formanda.• Actividade “Troca de Cartões” (Cobern e Loving, 2000).• Análise de algumas histórias de ficção científica (construídas pelos alunos durante a primeira fase da investigação) e discussão das concepções sobre a ciência subjacentes.• Reflexão centrada em algumas respostas dos alunos aos dois questionários (aplicados na primeira fase da investigação) de identificação de concepções sobre a natureza, o ensino e a aprendizagem das ciências.

Reflexão sobre a origem e o impacto das concepções de professores e alunos sobre a natureza, o ensino e a aprendizagem da ciência

(Continuação)

5. Possíveis origens das concepções sobre a natureza, o ensino e a aprendizagem da ciência.

- Discussão livre acerca de possíveis origens das concepções de professoras e alunos.
- Reflexão sobre a eventual influência: (1) dos manuais escolares; (2) dos currículos de Biologia e Geologia; (3) das práticas de sala de aula; (4) do discurso dos professores; (5) de notícias de jornais e artigos de revistas; (6) de programas de televisão; e (7) de filmes, na construção de concepções acerca da natureza, do ensino e da aprendizagem da ciência. Esta reflexão foi aprofundada com a discussão de um texto com excertos de artigos sobre a temática (Abd-El-Khalick, Bell e Lederman, 1998; McComas, Clough e Almazroa, 2000).

6. Possíveis relações entre as concepções dos professores acerca da natureza, do ensino e da aprendizagem da ciência e as suas práticas de sala de aula.

- Actividade de reflexão sobre a eventual relação entre as concepções e as práticas de sala de aula: “Será que as nossas práticas de sala de aula estão de acordo com as nossas concepções?” A reflexão foi aprofundada pela discussão de dois estudos de caso em que se confrontam as ideias (acerca da natureza, do ensino e da aprendizagem da ciência) e as práticas de sala de aula de dois professores. Este texto foi construído a partir das transcrições de duas das entrevistas realizadas no estudo piloto.
- Discussão de razões para a eventual discrepância entre concepções e práticas.
- Análise e discussão de um texto com excertos de artigos (Abd-El-Khalick, Bell e Lederman, 1998; McComas, Clough e Almazroa, 2000; Reis, 2001) sobre a relação entre as concepções dos professores de ciências e as suas práticas de sala de aula. O terceiro excerto (Reis, 2001) apresenta alguns resultados do estudo piloto realizado na primeira fase deste projecto de investigação.

2º Momento da Acção (Sessões Conjuntas 3, 4 e 5)

A natureza da ciência e a prática de sala de aula

7. Actividades práticas para discussão de concepções acerca da natureza da ciência.

- Actividade “Fósseis reais; ciência real” (Lederman e Abd-El-Khalick, 2000).
- Actividade “O Tubo” (Lederman e Abd-El-Khalick, 2000).

8. Os mitos acerca da ciência. Apresentação e discussão das ideias erradas mais frequentes acerca da natureza da ciência. Esta discussão foi aprofundada com um texto sobre alguns dos mitos acerca da ciência mais referidos na literatura de epistemologia da ciência (McComas, 2000).

A natureza da ciência e a prática de sala de aula

(Continuação)

9. As actividades de discussão de assuntos controversos em ciência na promoção de reflexão acerca da natureza da ciência.
- Realização de actividades de discussão de assuntos controversos e de representação de papéis com as professoras participantes:
 - Actividade sobre clonagem (actividade de representação de papéis e de discussão sobre diferentes perspectivas acerca desta problemática)(Reis, 2003b).
 - Actividade “Analisando *cartoons*” (actividade de análise e discussão das mensagens transmitidas pelos *cartoons* de jornais e revistas sobre questões científicas e tecnológicas).
 - Reflexão sobre as potencialidades pedagógicas das actividades de discussão de assuntos controversos e de representação de papéis. Esta reflexão foi aprofundada com a análise de três artigos sobre as potencialidades destas actividades (Reis, 1998, 1999c, 2001).
 - Como gerir o trabalho de grupo (noções sobre aprendizagem colaborativa: constituição, promoção da responsabilização individual pelo cumprimento das tarefas, avaliação individual de cada elemento do grupo, critérios e grelhas de avaliação de actividades de discussão de assuntos controversos e de representação de papéis).
 - Distribuição às participantes de um conjunto de actividades de discussão sobre questões controversas relacionadas com genética e biotecnologia (Reis, 2003b).

3º Momento da Acção (Sessões Conjuntas 6 e 7)

Planeamento de actividades e construção de materiais

10. Planeamento de actividades destinadas às aulas de Ciências da Terra e da Vida que integrem actividades de discussão de assuntos controversos. A concepção de actividades constituiu uma componente importante desta intervenção. Pretendeu-se promover a interacção das participantes com ideias, materiais e colegas, com o objectivo duplo de tornar as aprendizagens mais significativas e aumentar a probabilidade de aplicação em sala de aula das ideias abordadas no projecto.

4º Momento da Acção (Sessões de Acompanhamento Individual)

Acompanhamento da implementação de actividades

11. Apoio e acompanhamento das professoras na implementação de actividades de discussão de assuntos controversos e/ou de representação de papéis nas aulas de Ciências da Terra e da Vida.
12. Detecção de dificuldades
13. Apoio na superação dessas dificuldades.

5º Momento da Acção (Sessão Conjunta 8)

Partilha de experiências e avaliação da acção pelas participantes

14. Apresentação dos resultados da implementação das actividades: o impacto nas aprendizagens, os sucessos, as dificuldades, os problemas e as propostas de alteração.
15. Avaliação da oficina de formação.

Avaliação da Acção de Formação

A acção de formação foi avaliada pelo investigador, pelas professoras participantes e por um consultor de formação. O processo de avaliação da oficina de formação foi entendido como um momento fundamental de prática reflexiva e investigativa sobre as limitações sentidas na prática profissional e sobre os processos concebidos para a sua superação. Existiram vários momentos privilegiados de avaliação e reflexão durante a acção de formação. O momento de implementação das actividades concebidas na acção, supervisionada pelo formador/investigador, permitiu avaliar o impacto da acção de formação no conhecimento didáctico e na prática lectiva de algumas das participantes. Proporcionou, ainda, momentos de reflexão sobre a acção extremamente úteis na consolidação do conhecimento didáctico construído nas sessões anteriores e na superação de eventuais dificuldades. Este espaço, inicialmente previsto para o terceiro período, acabou por se prolongar durante todo o ano seguinte (a pedido

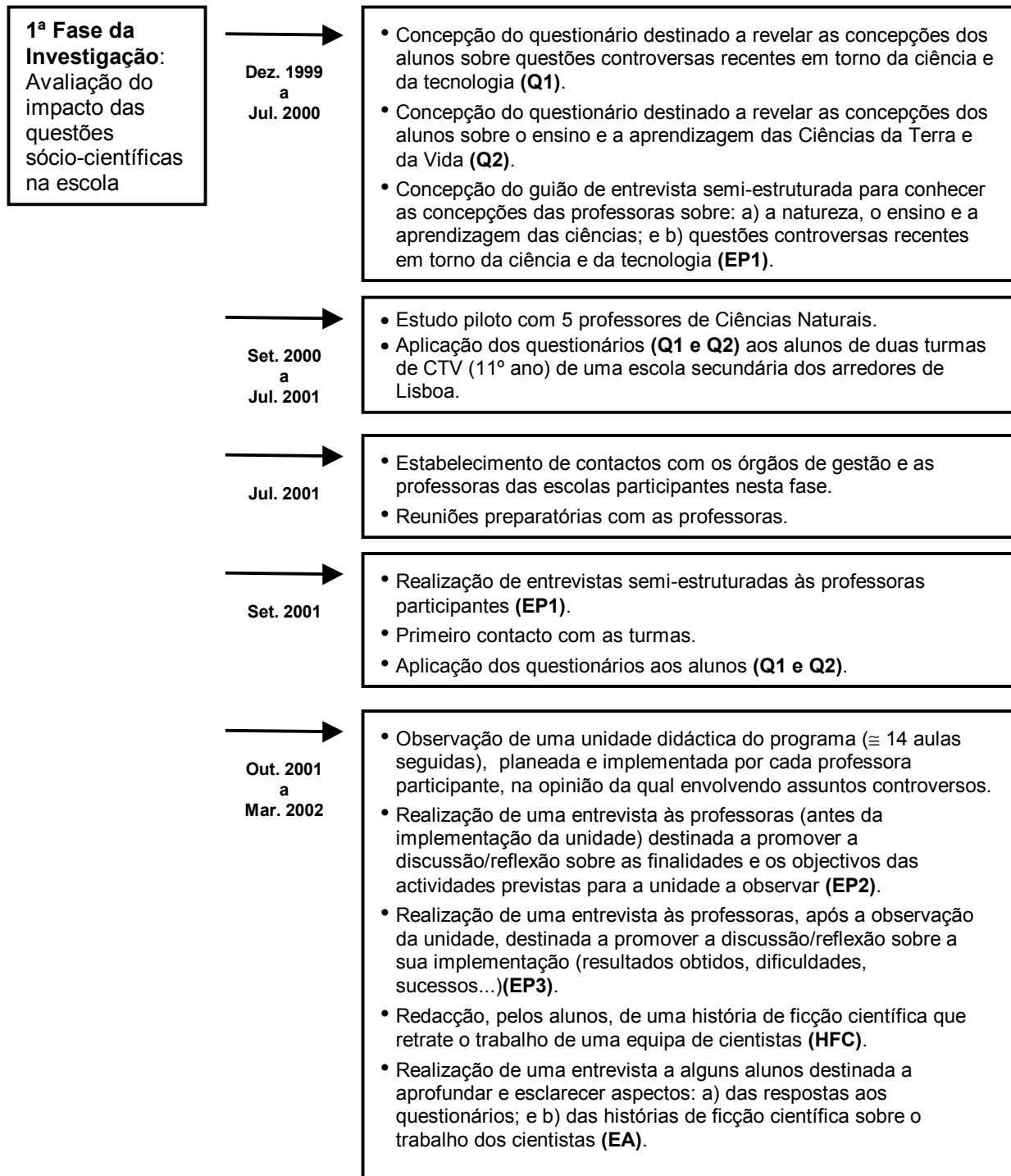
das formandas). Outro tempo importante de avaliação e reflexão ocorreu durante a última sessão presencial. Nesta sessão, o investigador e as professoras participantes reflectiram conjuntamente sobre o percurso de desenvolvimento efectuado, nomeadamente, sobre o conhecimento didáctico construído. Partilharam as actividades elaboradas, os resultados da realização em sala de aula de algumas dessas actividades e discutiram formas de as melhorar.

Depois da conclusão da acção de formação todas as participantes foram entrevistadas individualmente (entrevista EP4) com o objectivo de se recolherem as suas opiniões pessoais acerca do percurso efectuado. A utilização de um guião (Anexo 7) procurou assegurar que cada uma delas se pronunciasse sobre: a) as aprendizagens efectuadas; b) os aspectos positivos da oficina de formação; c) os aspectos negativos; e d) as eventuais repercussões na sua actividade profissional. Todas as entrevistas foram gravadas em suporte áudio e transcritas para posterior análise. O processo de análise de conteúdo utilizado foi idêntico ao da primeira fase do estudo (Bardin 1977; Bogdan e Biklen, 1994).

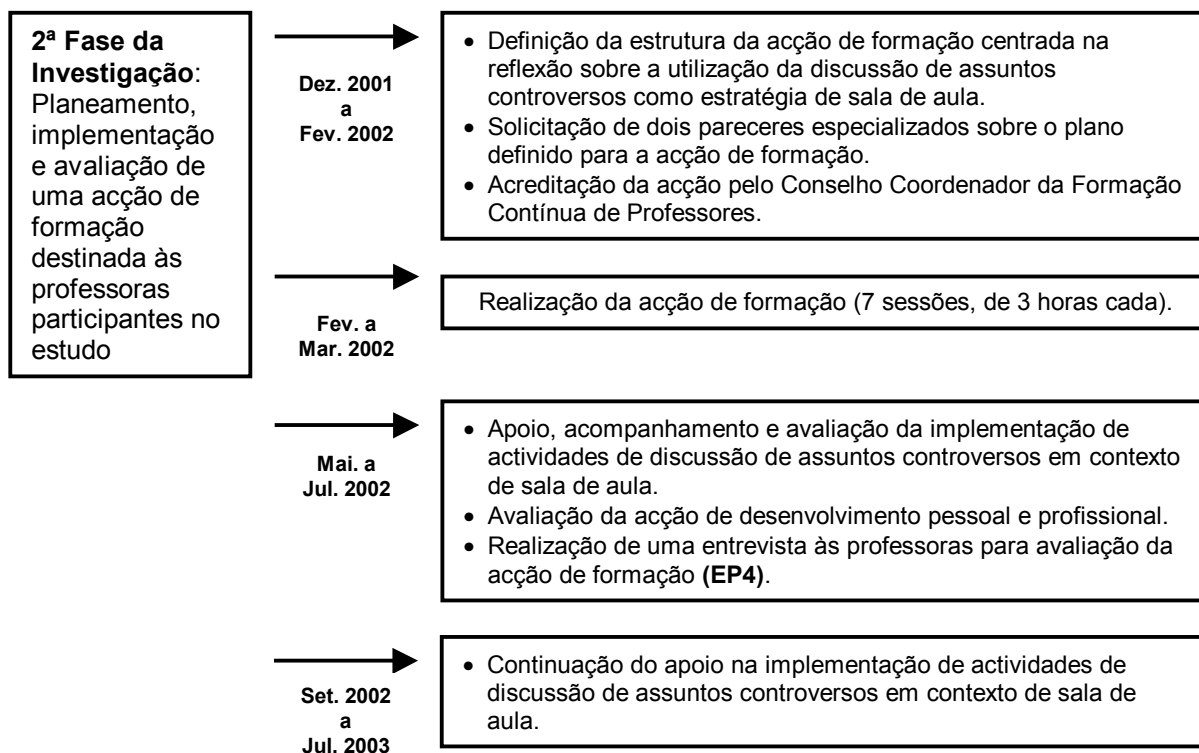
Simultaneamente, a implementação da oficina foi avaliada por uma consultora de formação – nomeada pelo centro responsável pela proposta de acreditação da acção – com base na análise do relatório de avaliação da acção elaborado pelo formador e dos trabalhos produzidos pelas participantes. Tanto o relatório elaborado pela avaliadora externa como as opiniões das participantes permitiram aferir o grau de concretização dos objectivos propostos inicialmente para a acção de formação.

3.3 CRONOGRAMA DO ESTUDO

O seguinte esquema descreve sucintamente as diferentes fases da investigação e as respectivas sequências de actividades.



Continuação



CAPÍTULO 4

OS ALUNOS E AS CONTROVÉRSIAS SÓCIO-CIENTÍFICAS

4.1 INTRODUÇÃO

O presente capítulo divide-se em duas secções. A primeira secção é constituída por cinco estudos de caso centrados, cada um, num aluno de uma das turmas envolvidas na investigação. A segunda secção apresenta a análise global das informações provenientes do conjunto dos alunos participantes no estudo, obtidas através dos questionários (Q1 e Q2), das histórias de ficção científica e das entrevistas semi-estruturadas (EA). As duas secções pretendem recolher evidências das concepções dos alunos sobre: a) a natureza da ciência; b) as questões controversas relacionadas com ciência e tecnologia divulgadas pelos meios de comunicação social; e c) o ensino e a aprendizagem das ciências. Enquanto os estudos de caso permitem construir um retrato rico, aprofundado e individualizado das concepções dos respectivos alunos, a análise global pretende evidenciar as grandes tendências acerca das concepções do conjunto de alunos. Através da triangulação destas evidências procura-se obter uma ideia mais completa da forma como os alunos interpretam e reagem às controvérsias recentes em torno de questões científicas e tecnológicas divulgadas pelos meios de comunicação social, bem como do eventual impacto destas controvérsias nas suas concepções acerca da natureza, do ensino e da aprendizagem da ciência.

4.2 ESTUDOS DE CASO

A presente secção é constituída por cinco estudos de caso centrados, cada um deles, num aluno de uma das turmas do 11º ano de Ciências da Terra e da Vida (CTV) envolvidas no estudo (Ana Margarida, Miguel e Jaime pertenciam às turmas da Escola X; Nídia e Ana Sofia às turmas da Escola Y). Conforme já foi referido na metodologia desta investigação, a selecção destes alunos foi efectuada aleatoriamente a partir do conjunto de estudantes entrevistados. Os estudos de caso foram construídos a partir da análise e da triangulação das informações recolhidas através dos questionários Q1 e Q2, da história de ficção científica e de uma entrevista semi-estruturada (EA).

Procurou-se estudar a forma como cada aluno interpreta e reage às controvérsias recentes em torno de questões científicas e tecnológicas divulgadas pelos meios de comunicação social. Esta investigação envolveu o estudo do eventual impacto destas controvérsias nas concepções acerca da natureza, do ensino e da aprendizagem da ciência. Cada caso apresenta uma breve descrição do respectivo aluno, a versão integral da história de ficção científica por ele redigida e algumas evidências das suas concepções sobre: a) a natureza da ciência e da tecnologia; b) o ensino e a aprendizagem das Ciências da Terra e da Vida; e c) a discussão de assuntos controversos na sala de aula.

4.2.1 O Caso de Ana Margarida: “Ninguém consegue investigar sozinho. Tem que ter sempre outros dados que outras pessoas já tenham descoberto antes”

Ana Margarida era aluna da professora Cristina e concluiu o 11º ano com a média de 18,2 valores; na disciplina de Ciências da Terra e da Vida obteve a classificação de 19 valores. Ao longo dos últimos anos tem-se concentrado no seu sonho de vir a ser médica, uma profissão comum na sua família e que, de acordo com as suas palavras, “admira” e lhe permitirá “ajudar os outros”. Durante os

tempos livres gosta de ler e de pintar. Fez 17 anos durante o ano em que decorreu a investigação.

Quando redigiu a sua história de ficção científica pensou em abordar o tema, bastante actual, da clonagem. No entanto, atendendo ao facto de prever um elevado número de trabalhos sobre este assunto na sua turma, optou por outro que considera igualmente importante devido ao grande impacto social: o cancro. Para se informar melhor sobre este tema recorreu a um dos seus tios, médico, com quem conversou antes de escrever a história. O enredo retrata o sonho de Ana Margarida de vir a exercer uma profissão, na área da medicina, que lhe permita contribuir para a diminuição do sofrimento humano. O seu desempenho académico e a sua esperança nos frutos de uma enorme dedicação profissional que espera vir ter, permitem-lhe admitir a possibilidade de concretizar esse sonho.

A História de Ficção Científica

A Cura para o Cancro

Às vezes pensamos que não somos nada e que o facto de existirmos não vai alterar o mundo, mas não é bem assim...

Capítulo 1 –

Antes de tudo, o meu nome é Sofia Sousa, sou médica, mas no decorrer da minha carreira optei por seguir a área de investigação. Estudei durante vários anos todos os tipos de cancro, contactei com doentes e falei com colegas que lidam com o cancro todos os dias... Sempre tive como objectivo na vida descobrir a cura para esta doença, esta horrível doença que em alguns casos é mortal e que está a afectar a nossa sociedade cada vez mais.

Parece um pouco estranho ter como objectivo de vida descobrir a cura para o cancro, mas vou explicar a razão desta escolha. Quando tinha 13 anos o meu pai morreu com um cancro e foi muito difícil para mim vê-lo cada dia pior e ver que os tratamentos que serviam para o ajudar a superar a doença às vezes o punham pior, outras vezes davam a falsa ideia de que estava melhor, o que nos dava alguma esperança de que conseguisse vencer a doença mas acabou por não conseguir resistir. A partir desse dia jurei que faria os possíveis para que mais ninguém tivesse que passar pelo mesmo que eu, sofrer o que sofri. Por isso tenho esta grande vontade de conseguir encontrar uma cura para o cancro. Mas não tem sido fácil. Actualmente, para tentar combater o cancro utilizam-se vários medicamentos e tratamentos administrados em simultâneo para tentar destruir a célula cancerosa. Esta

célula é muito diferente das normais pois ao contrário destas é imortal e enquanto que as normais vão morrendo e sendo substituídas por outras, a célula cancerosa nunca morre e vai-se dividindo. Por exemplo, se num pouco de pele de um adulto tivermos 100 milhões de células normais, elas vão morrendo e sendo substituídas, mas vamos ter sempre 100 milhões de células. Com as células cancerosas isso não acontece, elas nunca morrem e à medida que se vão desenvolvendo vão formando um “aglomerado” podendo passar de 100 milhões para 200 milhões, por exemplo, apenas nessa área de pele. Algumas vezes estas células criam habituações aos tratamentos criando defesas contra eles, sendo impossível lutar contra elas. Apesar de todas estas dificuldades ainda não desisti de encontrar uma cura para esta doença. Tenho trabalhado durante anos, pesquisado e a solução ideal para a cura do cancro seria um medicamento que vá directamente ao cromossoma e altere o gene das células de modo a que elas deixem de ser cancerosas. Mas esta solução não é tão fácil como parece, e até bastante complexa, porque além de ter que ser um medicamento que funcione rapidamente e não dê tempo à célula de criar defesas para o combater, envolve questões genéticas delicadas. Eu e os meus colegas temos feito várias tentativas, mas ainda não conseguimos encontrar a substância perfeita. Mas tenho esperança de um dia conseguir...

Capítulo 2 –

Há algum tempo falei um pouco sobre o meu trabalho e a minha vida. Pois bem, durante os últimos meses tenho trabalhado bastante, houve noites em que não dormi ficando no laboratório a fazer testes em cobaias, para ver se teriam algum resultado, mas infelizmente todos eles falharam. Mas não desisti, nunca irei desistir, tenho esperança de encontrar a substância perfeita que concretizará o meu objectivo de vida. Claro que nunca estive sozinha nesta minha investigação, tive a ajuda de vários colegas de diferentes nacionalidades que, tal como eu, se dedicaram a este trabalho de corpo e alma. Fomos trocando ideias e descobertas neste campo, alguns tinham progredido bastante e feito novas descobertas neste campo, dando-me novos conhecimentos. Um dos mais importantes é o Dr. John Darcy de nacionalidade inglesa, com quem trabalho até agora. A sua história não é tão dramática como a minha, ele não sofreu uma morte na sua família devido ao cancro, mas o seu empenhamento e a sua vontade de travar esta doença é igual à minha. Conversámos bastante os dois e ele contou-me que trabalhou durante vários anos com doentes com cancro e curou alguns, mas muitos deles infelizmente faleceram. Chocou-o o sofrimento das famílias e o facto de não poder impedir esse sofrimento e decidiu tal como eu, investigar uma possível cura, e assim enveredou pela área da investigação. Apesar de não ter perdido uma pessoa querida, tem total dedicação ao seu trabalho, tal como eu. Ele tem feito algumas descobertas importantes nesta área, e penso que com a sua ajuda vamos conseguir atingir o nosso objectivo: a cura para o cancro.

Capítulo 3 –

Já passaram alguns meses e o meu trabalho com John tem progredido, mas o nosso objectivo não se concretizou, por enquanto... Mas já não trabalhamos apenas os dois, um outro colega francês, Dr. Pierre Belard, bastante conhecido pelos seus trabalhos neste campo juntou-se a nós. O nosso trabalho e dedicação a esta causa já são conhecidos em quase todo o mundo e achando que as suas descobertas iam ser importantes para nós decidiu juntar-se à nossa equipa. Fiquei contente por saber que Pierre tem uma história parecida com a minha, no seu caso não foi o pai, mas sim o seu irmão que morreu com um cancro, apenas há três anos. Ele e os seus colegas fizeram todos os tratamentos possíveis mas a célula cancerosa conseguiu desenvolver meios para sobreviver. Desde então, decidi trabalhar nesta área e a sua dedicação ao trabalho é impressionante, não sei se a sua causa é a mesma que a minha e a de John ou a raiva que ele tem em relação a esta doença, mas o que interessa é que o seu objectivo é o mesmo que o nosso e agora sendo três e com as descobertas já feitas, vamos conseguir acabar com esta doença...

Capítulo 4 –

Penso que hoje, finalmente, sou uma pessoa realizada. Depois de ter trabalhado durante dois anos, que pareceram intermináveis, com os meus colegas numa substância para curar o cancro, finalmente conseguimos. Não me arrependo de um único dia que tenha gasto nesta pesquisa pois tudo será compensado ao ver que ninguém daqui para a frente morrerá com um cancro e mais nenhuma família perderá um membro devido a esta doença. Não se deve apenas a nós o facto de termos encontrado a cura, mas também aos nossos colegas que trabalham no ramo da genética, cujas descobertas foram fundamentais para o nosso trabalho. Esta substância funcionou nas cobaias, mas não tínhamos a certeza de que funcionaria até a testarmos em seres humanos. Felizmente funcionou e a nossa alegria foi enorme ao descobrirmos que o cancro já não seria um problema para as pessoas pois tínhamos conseguido vencê-lo. Esta substância não provoca dor física e ao ser ingerida modifica geneticamente as células cancerosas de modo a que deixem de o ser, ficando normais. Actua rapidamente não podendo a célula cancerosa defender-se.

Neste momento somos famosos mas isso para mim não tem importância nenhuma, pois o meu objectivo era apenas encontrar uma cura para o cancro. Eu, John e Pierre não vamos desistir da nossa profissão e vamos continuar investigações noutras áreas. Neste momento não posso descrever o que sinto e penso que os meus colegas sentem algo semelhante a mim, impossível de explicar, mas que nos faz sentir bem. Sei que ainda existem outras doenças graves sem cura, por enquanto, mas o cancro era uma das que mais mortalidade causava na nossa sociedade. O simples facto de poder ser curada já faz com que muitas famílias não sintam o que eu senti. E foi exactamente isto que me deu forças para me dedicar ao meu trabalho, o simples facto de ter a certeza que contribuí para que várias famílias não sintam a tristeza infinita que eu senti por terem perdido alguém muito especial devido a um cancro.

As Concepções sobre o Conhecimento Científico e Tecnológico

Durante a reflexão sobre o enredo da sua história de ficção científica, Ana Margarida descreve os cientistas como pessoas especiais que, de forma altruísta, determinada, persistente e dedicada, procuram “descobrir” soluções para os problemas da sociedade. Afirmar que esta dedicação, traduzida em anos de trabalho árduo e noites sem descanso, é motivada, fundamentalmente, pelo desejo de contribuir para a diminuição da impotência e do sofrimento humanos, perante quadros clínicos graves, muitas vezes já vivenciados pelos próprios cientistas. Outras motivações, como a fama e o reconhecimento da comunidade científica, são relegadas para segundo plano. Margarida concebe a actividade científica como uma cruzada, pessoal e colectiva, levada a cabo por algumas pessoas de grande dimensão humana, determinação e persistência. Várias investigações têm revelado que estas ideias sobre as características e as motivações dos cientistas são partilhadas por muitos alunos de diferentes países e níveis de ensino (Acevedo, 1992; Aikenhead, 1987; Driver, Leach, Millar e Scott, 1996). Frequentemente, os próprios meios de comunicação social apresentam esta visão mitificada do cientista como ser superior e altruísta, isento de qualquer motivação egoísta (Nelkin, 1995).

Na opinião da aluna, a actividade científica é um empreendimento colectivo, realizado por equipas pluridisciplinares e internacionais de cientistas, a partir de teorias já existentes e de actividades tanto laboratoriais como teóricas, que permite o avanço do conhecimento através de “descobertas”. Esta opinião contraria duas concepções comuns entre os alunos e a população, em geral: (1) a ideia da ciência como empreendimento solitário construído a partir das descobertas individuais de grandes cientistas; e (2) a noção de que a ciência se constrói, exclusivamente, a partir de experimentação, ignorando a utilização de outras metodologias (McComas, 2000). Ana Margarida considera que a colaboração entre especialistas de diferentes áreas e o recurso a diferentes métodos permitem aumentar a eficácia da ciência na resolução dos problemas actuais. Acredita que as teorias científicas são “universalmente aceites” após terem sido “estabelecidas como verdadeiras” pela “comunidade de cientistas” através de um processo semelhante a “uma votação”:

para que a teoria seja considerada “verdadeira”, “têm que chegar todos a um consenso... o que é difícil” (EA). Das suas afirmações depreendem-se as concepções: a) de teoria como “verdade universalmente aceite”; e b) da importância do papel desempenhado pela comunidade científica na discussão e eventual reconhecimento de uma teoria. No entanto, ao longo de toda a entrevista, Ana Margarida não foi capaz de definir o conceito de teoria, limitando-se a referir alguns exemplos abordados nas aulas (por exemplo, Teoria da Evolução). Revelou, ainda, alguma dificuldade em conciliar este estatuto de “verdade universalmente aceite” com a ideia, por vezes referida pelos seus professores (e que reconhece como correcta), de que as teorias científicas podem sofrer transformações ou ser abandonadas.

Segundo Ana Margarida, o futuro afigura-se promissor no que respeita ao avanço científico e tecnológico. Contudo, sente que a missão dos cientistas é infundável e adverte para a possibilidade da ciência poder ser utilizada de forma positiva ou negativa: “Vamos avançar bastante e acho que se vão descobrir várias curas para várias doenças, mas depois vão aparecer outras e vai continuar a ser sempre assim. (...) E o avanço da ciência tanto pode trazer vantagens como desvantagens.” (EA). Na sua opinião, o futuro depende inteiramente da dimensão ética e moral dos cientistas e dos cidadãos, em geral; caberá a todos eles decidir como utilizar o conhecimento científico.

Concepções sobre o Ensino e a Aprendizagem das Ciências

A aluna considera que o ensino das ciências é importante para o prosseguimento de estudos no Ensino Superior e para a informação dos cidadãos sobre temas relevantes como, por exemplo, a sexualidade ou a engenharia genética. De acordo com as suas próprias palavras, a utilidade da disciplina de Ciências da Terra e da Vida consiste em “conhecermos o corpo humano e as suas diversas funções e conhecermos o planeta Terra e a sua história” (Q1). Recorda-se que, ao longo dos anos, teve oportunidade de aplicar no seu dia-a-dia,

conhecimentos aprendidos nas aulas de ciências, nomeadamente, sobre as plantas e o funcionamento do corpo humano.

Nas aulas de CTV, aprecia “as experiências no laboratório” e as “aulas de campo” uma vez que, na sua opinião, facilitam a aprendizagem por permitirem “aplicar na prática os conhecimentos adquiridos anteriormente” (Q1). Durante o 11º ano, gostou particularmente das aulas de CTV porque a sua professora propôs a realização de actividades diversificadas, que requereram a participação dos alunos, e apresentou “muitos exemplos da aplicação dos conhecimentos de ciências à vida real”. A análise e discussão desses exemplos permitiram-lhe esclarecer imensas dúvidas sobre sexualidade. Ana Margarida considera os exemplos particularmente eficazes na estimulação do interesse dos alunos, na compreensão da relevância dos conteúdos programáticos e, conseqüentemente, na aprendizagem. Contudo, nem todos os seus professores de ciências têm actuado desta forma:

“Ela dava aquilo duma maneira muito mecânica, dizia as coisas todas e nós tínhamos que decorar...era horrível. Não perguntava nada, só dava, dava, e nós tínhamos que captar tudo.” (EA)

Independentemente de alguns professores e de algumas aulas menos agradáveis, gostou sempre da área de ciências naturais, que considera indispensável à concretização do seu sonho: vir a ser médica.

Concepções sobre a Discussão de Assuntos Controversos na Sala de Aula

Ana Margarida refere a clonagem como exemplo de uma questão científica ou tecnológica marcada pela controvérsia. Apesar de não ter “uma opinião bem formada sobre este assunto”, discorda da clonagem de “seres humanos apenas para utilização dos seus órgãos”. Nas aulas de CTV, do 11º ano, teve oportunidade de realizar algumas actividades de discussão em grupo sobre as aplicações e implicações da engenharia genética e da clonagem. De acordo com a aluna, estas actividades foram particularmente úteis no esclarecimento de dúvidas e na eventual reformulação de opiniões sobre os temas em questão. Além disso, apreciou o

dinamismo inerente ao debate de ideias e a possibilidade de conhecer e de discutir as opiniões dos seus colegas e da professora sobre temas polémicos e actuais. Considera que as pessoas que mais contribuem para o seu esclarecimento acerca destas questões polémicas têm sido os familiares e os professores.

4.2.2 O Caso de Miguel: “Acredito que existe muita investigação feita em segredo... Depois acontecem acidentes e as pessoas não sabem”

Miguel era aluno da professora Amélia e fez 17 anos no ano em que decorreu a investigação. Concluiu o 11º ano com a média de 15,5 valores e obteve 17 valores na disciplina de Ciências da Terra e da Vida. Nos seus tempos livres pratica *skate* e toca guitarra numa banda. Sempre desejou tirar um curso de engenharia. Inicialmente, influenciado pela actividade profissional do seu pai, pretendia seguir o curso de Engenharia Mecânica; no entanto, a falta de saídas profissionais nesta área e o seu gosto crescente pelas questões ambientais motivaram-no a optar pelo o curso de Engenharia do Ambiente.

“Sempre me interessei pela protecção do ambiente, sempre gostei de coisas tipo Green Peace e essas coisas assim, esses grupos de protecção do ambiente, e então achei que ia gostar de ser um engenheiro do ambiente. Pronto, às vezes não dão muita importância a esses grupos, não ligam muito ao que eles dizem, mas também há pessoas que se começam a preocupar um bocado mais com o ambiente depois das campanhas pela protecção do ambiente, protecção de animais... Portanto, gostava de vir a fazer avaliação dos problemas ambientais causados por construções... estudos de impacto ambiental.” (Miguel, EA)

A sua atracção pela engenharia, em geral, e pela temática das radiações, em particular (radiações emitidas pelos telemóveis, radiação nuclear, radiação solar, etc.), influenciaram a opção pelo tema da sua história de ficção científica. Miguel afirma que o enredo da sua história revela muitas das suas ideias e preocupações, nomeadamente sobre a forma como pensa que o empreendimento científico é conduzido. Logo, o enredo “não se limita a uma boa história de ficção científica impossível de vir a acontecer” (EA).

A História de Ficção Científica

A Conspiração

Capítulo I – Introdução

Sexta-Feira 13, Dezembro de 2002, dia mundial da física. Dr. Nunes descia lentamente as escadas em direcção ao hall. Tentava manter um pensamento positivo em relação ao que se viria a passar nas seguintes 32 horas, mas a falta de confiança consigo mesmo era tal que até o levava a esquecer o seu habitual café da manhã. Enquanto esperava à porta de casa pelo táxi que chamara para o aeroporto, olhava o mundo em seu redor. Que cenário tão triste! Era uma tristeza como as pessoas ingenuamente falavam dos problemas da actualidade pensando que estavam completamente certas acerca de tais. Constantemente atravessavam-se à sua frente vizinhos e desconhecidos em conversa dando relevância a supostas “crises” que em pouco ou nada afectavam a sociedade. Sentiu-se bastante deprimido ao pensar que estava a presenciar a maior de todas as tiranias – a ocultação de factos.

Naquele momento, o mundo estava completamente ignorante em relação aos perigos a que irão ser expostos dentro de poucas horas. Esta era uma época cujo objecto que servia de palco para o aumento de lucros da imprensa eram as consequências das radiações no corpo humano, mas a informação transmitida não correspondia na sua totalidade à realidade. Subornados e ameaçados para se calarem ou completamente ignorantes às questões de que falavam, os jornalistas apresentavam reportagens onde induziam as pessoas a pensarem que as novas tecnologias aplicadas aos microondas e aos telemóveis faziam com que estes já não tivessem efeitos tão devastadores, mas em vez dos preços subirem, desciam!!! Falava-se dos medonhos depósitos de lixo radioactivo como se estes fossem altamente seguros e fiáveis, e excluía-se a hipótese de que futuras gerações viessem a sofrer com eles. Apenas alertavam as pessoas para terem cuidado com exageradas exposições ao Sol (e outras fontes naturais radioactivas), e eram criticados os tão antigos diagnósticos com raio X (que apesar de tudo o que se dizia eram completamente controlados os níveis de radiação emitidos por estes). Acerca de experiências atómicas, já não se discutia uma vez que se julgavam acabadas.

Capítulo II – A viagem

Três horas após a chegada ao aeroporto, embarcou num avião para Seattle (EUA) com o seu prestigiado colega de trabalho Dr. Álvaro Santos. O resto da sua equipa embarcava num avião que seguia duas horas mais tarde. A equipa de investigação física do Dr. Nunes tinha sido convocada para participar num projecto de testes nucleares no espaço, com o maior sigilo. Apenas alguns membros influentes dos governos dos países envolvidos tinham conhecimento de tal experiência. Desde o princípio a posição do Dr. Nunes e todos os seus colegas foi contra estas experiências e, durante um ano, praticamente sem férias, todos levaram a cabo uma investigação no

sentido de mostrar as possíveis consequências devastadoras no nosso planeta. Concluíram com este trabalho que à distância a que se pretendiam ser realizados os testes, haviam 47% de hipóteses de que as radiações atravessassem na sua globalidade a camada de Ozono, e os seus efeitos seriam catastróficos. Seria como se metade das bombas tivesse rebentado em terra. Era definitivamente o maior risco que a humanidade teria que enfrentar. Mas tais provas não foram suficientes para parar a ambição e a loucura das outras equipas envolvidas no grupo deste projecto.

Chegados a Seattle foram recebidos por Dr. Smith, um jovem americano ambicioso e simultaneamente frustrado. Após ter terminado o seu curso, o Dr. Smith tinha participado em apenas dois projectos durante quase sete anos, e tinha falhado a sua função em ambos. “Por alma de quem este falhado está metido nisto?!” perguntou-se o Dr. Nunes proporcionando uma gargalhada ao Dr. Santos. De imediato, o Dr. Smith deu-lhes a surpreendente notícia que o resto da sua equipa teria ficado no aeroporto de Lisboa e o seu voo não tinha descolado devido a uma suspeita de que iriam embarcar terroristas naquele avião. O supersticioso Dr. Santos comentou em português para o Dr. Nunes: “Hoje é Sexta-Feira treze, e isto já começa a correr mal!”

Capítulo III – A chegada

Por volta das 18.13, chegaram ao hotel onde seriam hospedados com as outras cinco equipas. Receberam a informação que o jantar se realizaria às 20.30, e à 1.20 estariam seis camionetas para os levar para o campo de onde seriam lançadas as bombas. Souberam também que o resto da sua equipa já só poderia chegar no dia seguinte, pelo qual desistiram todos da viagem. Durante o jantar, foram avisados para limitarem as suas conversas de modo a que ninguém à volta viesse a suspeitar de nada. O jantar foi assim animado por uma tentativa do grupo japonês de ensinar o seu idioma.

Capítulo IV – O lançamento das bombas

Finalmente chegava o derradeiro momento. O Dr. Nunes olhava para a sua camioneta como se esta tivesse como destino o Inferno. E a verdade é que todo o tempo passado na camioneta e no campo fora um verdadeiro inferno. Apenas a 10 minutos do lançamento das bombas o Dr. Nunes e o Dr. Santos ganhavam alguma confiança no acontecimento. Após a explosão, o Dr. Santos teve o infeliz comentário que quebrou o silêncio: “Este espectáculo consegue ser belo e horrível!”.

Capítulo V – A mentira

No dia seguinte, comentava-se em todo o mundo as explosões vistas naquela madrugada. Os vários governos acordaram numa reunião com o G8 em pagar a astrónomos à volta do mundo para dizerem que andavam desconfiados de que iriam acontecer várias colisões entre asteróides, mas não tinham material suficiente para provar que tal ia acontecer.

Capítulo VI – As consequências

Passou-se um ano e meio. Por todo o mundo surgiam inexplicavelmente novos casos de cancro e leucemia. Falava-se de que tinham sido detectados

altos níveis de radiações, mas ninguém sabia a fonte. Uns jornais diziam que talvez se devesse à destruição da camada de ozono, para outros eram todos os electrodomésticos que trabalhavam à base de radiação, apenas alguns semanários que abordavam temas mais científicos questionavam-se acerca da relação com os cometas, e os membros da comunidade científica sabiam que vinha do espaço e provavelmente devia-se aos choques entre cometas, mas era pouco evidente e tentavam arranjar uma relação entre os factos. O Dr. Nunes recordara-se no dia 13 de Dezembro, quando esperava pelo táxi. Era evidente para todas as equipas o que se estava a passar. Decidiram então marcar uma reunião com todos os envolvidos no projecto, onde lhes propuseram que fosse feita uma conferência para contar a verdade ao mundo, uma vez que toda a gente tinha o direito de saber o que se estava a passar, e lembraram-lhes também que os seus estudos sugeriram a hipótese de que efeitos tardios causassem uma anomalia nas gónadas (órgãos reprodutores), o que significava uma esterilização de toda a humanidade que iria durar à volta de 20 anos. O Dr. Nunes saiu chocado desse encontro. Os argumentos apresentados eram estapafúrdios! Chegaram mesmo a ter a crueldade de dizer que “essa catástrofe será um bem para países com excesso de população, como a China ou a Índia”, ou então diziam simplesmente “não vou ser alvo de críticas quando nada pode ser feito”, “E os motins que isto criaria? E as guerras civis?”. Só via medo naquelas caras. Não estavam a decidir o que seria melhor para a humanidade, mas apenas a pensar o que seria mais conveniente para cada um individualmente.

Capítulo VII – O termo e a continuação da vida humana

Passados cinco anos, o Papa alegava haver uma forte crise anti-religião no mundo, pois nos últimos quatro anos, os baptizados tinham praticamente deixado de ser feitos. Em Portugal, nos últimos quatro anos tinham sido baptizadas apenas 9 crianças. De facto, tinham nascido apenas 9 crianças, das quais 6 já tinham morrido de cancro ou leucemia.

Com todos os acontecimentos (e de consciência pesada), realizou-se novamente um encontro, para reconsiderar a conferência. Desta vez foram os governos que negaram a proposta. Já era tarde de mais para isso. Já era tarde para se pensar em construir abrigos para toda a humanidade. Já nada poderia ser feito, por isso a conferência ia apenas levantar as revoltas. O Dr. Nunes sentiu o peso de ter aceite o cargo naquele projecto. Sentiu que preferia estar na ignorância a questionar-se acerca do que se estaria a passar. Sentiu-se como um assassino que lamentava o seu acto. O encontro foi finalizado com uns momentos de silêncio pela alma do Dr. Yanch, um cientista japonês envolvido no projecto que se suicidara depois da morte da sua esposa por leucemia.

Capítulo VIII – A verdade desvendada

Os dias de todos os conhecedores destes factos foram mais melancólicos do que aquilo que alguma vez imaginaram vir a ser, principalmente pelo facto de não poderem contar a verdade aos seus familiares e, por vezes, tinham mesmo que os ver morrer, sentindo a culpa das mortes na sua pele. Nada

contaram? Não era suposto, mas o Dr. Beneditte, natural de França, residente em Chicago, e o Dr. Frank Noggel, que deu a sua participação da parte de um grupo Alemão, não foram suficientemente fortes. Confiaram nos seus familiares para desabafarem.

Passara-se vários anos e a humanidade ficou reduzida a menos de dois terços da sua dimensão em 2002. O mundo estava completamente aterrorizado com esta catástrofe. Em 2011, após a morte de Marie Beneditte (esposa do Dr. Beneditte) com cancro no pâncreas, o seu filho François Beneditte sentiu uma enorme revolta dentro de si e decidiu revelar ao mundo tudo o que se tinha passado na madrugada de 14 de Dezembro de 2002, e fez saber os nomes de cada um dos presentes no campo de onde foram lançadas as bombas. Foi a loucura total. Todos demonstravam das maneiras mais violentas os seus sentimentos. 2011/2012 ficou marcado nos livros de história como o ano dos mártires.

Capítulo IX – O caos

Alguns meses após a data em que o mundo encarou a verdade, o Dr. Nunes foi morto a tiro por um cidadão revoltado, quando saía da sua casa em Lisboa. O mesmo sucedeu com outros cientistas, tal como o Dr. Beneditte. O assassinio do Dr. Beneditte levou o seu filho à loucura, pelo qual foi internado num manicómio no ano em que terminava o seu curso universitário.

Em muitos países com forças policiais menos organizadas ou menos poderosas, como foi o caso de Portugal, instalou-se uma completa anarquia causada pelo caos e a revolução. A sociedade em geral acorreu a vários movimentos religiosos numa tentativa desesperada de procurar a salvação. A imprensa perdeu todo o crédito que tinha anteriormente. Dois dos cientistas do grupo português, o Dr. Aguiar e o Dr. Paulo Dias, morreram vítimas de cancro na língua e pulmões (o Dr. Aguiar era também um fumador).

Passadas duas décadas, em 2031, começaram a nascer os primeiros bebés. Eram na sua maioria deformados com aspectos monstruosos, mas ao contrário do previsível, não houve praticamente abortos, uma vez que os casais tinham medo de não voltar a conseguir ter filhos. A esperança média de vida tinha descido em flecha para menos de 25 anos, numa altura em que a humanidade estava reduzida a um terço daquilo que fora até ao início do terceiro milénio. Tinham-se criado desertos em muitos países africanos e na América Central.

Alguns anos após o mundo ter estabilizado a sua evolução em 2056, foi criada uma disciplina escolar cujo objectivo seria moralizar as crianças para tentarem que a sua geração fizesse a diferença, para que as crianças quisessem mudar o mundo, esquecer o egoísmo, a ganância, a ambição. Essa disciplina foi aplicada na maioria dos países, mas de pouco ou nada serviu. O egoísmo, a ganância, a ambição, nascem com o homem e morrem com o homem. Tornaram-se características inatas que nada é possível fazer para se alterarem.

Se não fosse uma ficção...

Se não fosse uma ficção, era mais provável que o facto de que os testes se iam realizar fosse transmitido ao mundo, apenas se ocultava que estes

tinham corrido mal; não se ia correr um risco tão grande, e em vez disso praticavam os testes em distâncias mais seguras; não seria fácil subornar tantos astrónomos e outros acabavam por mostrar que se tratava de uma farsa; os cientistas dariam mais atenção aos resultados da avaliação de consequências e seriam estudados métodos para evitar o máximo de consequências.

As Concepções sobre o Conhecimento Científico e Tecnológico

Reflectindo sobre o enredo da sua história de ficção científica, Miguel afirma-se convicto da existência de “muita investigação científica realizada, em segredo, por cientistas motivados pela fama e pelo lucro” (EA). Acredita que o secretismo é, frequentemente, assegurado pelo Estado, de forma a permitir a realização de projectos, metodologicamente arriscados e com finalidades polémicas, sem o escrutínio da população em geral. Em toda a sua história, denota-se um forte sentimento de desconfiança e impotência perante opções científicas e tecnológicas da exclusiva responsabilidade de cientistas ou entidades governamentais e a manipulação dos *media* por estes grupos de interesse. Na sua opinião, a população dificilmente consegue intervir em processos que desconhece.

Outro aspecto marcante no discurso de Miguel é a sua grande preocupação com a contínua degradação ambiental da Terra, provocada pela utilização irreflectida e irresponsável da tecnologia. Apela, frequentemente, a um maior investimento tanto na prevenção como na resolução de problemas ambientais, algo que considera muito aquém do desejado.

Contrariando o mito da pretensa objectividade e neutralidade da ciência, comum entre os alunos de várias idades e nacionalidades (McComas, 2000; Ryan, 1987), Miguel sente que o egoísmo, a ganância e a ambição constituem traços característicos dos seres humanos (e, portanto, dos cientistas) que tornam inevitável a concretização de todo o tipo de projectos científicos e tecnológicos, independentemente dos seus perigos potenciais. Tanto a sua história de ficção científica como o seu discurso durante a entrevista, denotam a convicção de que a concretização de projectos potencialmente catastróficos depende, unicamente, da

combinação, extremamente perigosa, de dois factores: a falta de escrúpulos e o poder de decisão e de realização. Constata-se, também, o reconhecimento da ciência como empreendimento que, apesar de colectivo e internacional, é influenciado, de forma determinante, pelos países e cientistas com maior poder técnico, financeiro e decisório. Os restantes, independentemente da sua competência, são remetidos para o papel de meros espectadores, completamente impotentes.

Apesar destas preocupações, Miguel reconhece o papel de relevo desempenhado pela ciência e pela tecnologia na melhoria das condições de vida da população. Na sua opinião, os cientistas são “pessoas normais”, com características intelectuais, morais e éticas diversas, que se dedicam à investigação científica, ou seja, que procuram “alcançar um conhecimento maior, somando as coisas todas de forma a descobrir mais, (...) para sabermos melhor as coisas que nos rodeiam e para também facilitar muitas coisas, por exemplo, a construção de máquinas para nos facilitar a vida” (EA). Desta sua afirmação, depreende-se uma identificação da ciência com a produção de artefactos tecnológicos, o que corresponde a uma concepção comum entre os alunos (Aikenhead, 1987; Fleming, 1987; Ryan, 1987; Ryan e Aikenhead, 1992; Vázquez e Manassero, 1997), numa época caracterizada por uma subordinação crescente da investigação científica às suas aplicações tecnológicas (Acevedo, 1998).

Outro aspecto interessante da história de ficção científica é a referência, exclusiva, a cientistas do sexo masculino (oito, no total), o que corresponde a um estereótipo comum entre muitos alunos (Chambers, 1983; Fort e Varney, 1989; Matthews, 1994; Matthews e Davies, 1999; Mead e Métraux, 1957). Esta ideia é particularmente interessante em Portugal (um país onde as mulheres constituem a maioria dos estudantes universitários e uma percentagem muito significativa, e crescente, dos investigadores científicos), sugerindo uma forte influência dos filmes e livros de ficção científica (frequentemente, marcados por este estereótipo).

Miguel revela bastantes dificuldades em descrever o trabalho dos cientistas, nomeadamente, as metodologias por eles utilizadas. Contudo, considera que as

propostas dos cientistas são, geralmente, testadas em laboratório ou no terreno, o que evidencia uma concepção experimental-indutiva segundo a qual a actividade científica se restringe a um processo faseado de (1) observação dos fenómenos, (2) formulação de hipóteses explicativas e (3) sua testagem. Por vezes, esta ideia é veiculada nas aulas de ciências naturais quando: a) se descreve a actividade científica como uma sequência rígida de fases a que, por vezes, se atribui a designação de “método científico”; e b) se apresenta o trabalho laboratorial como uma forma de “comprovar” conhecimentos teóricos abordados em aulas expositivas. Este aluno acredita, também, que a testagem das propostas dos cientistas pela comunidade científica internacional representa uma condição necessária para a sua aceitação como teoria. Na sua opinião, uma teoria consiste numa hipótese ou numa ideia explicativa que é reconhecida como teoria após avaliação pela comunidade científica. Contudo, de acordo com Miguel, as teorias são provisórias, nunca assumindo o estatuto de “verdades” em virtude da possibilidade, sempre presente, de sofrerem reformulação após descoberta de novos dados.

Provavelmente, a falta de conhecimentos deste aluno sobre aspectos processuais e epistemológicos da ciência é responsável por grande parte da sua desconfiança relativamente ao empreendimento científico. Geralmente, teme-se aquilo que se desconhece. Esta situação é, ainda, agravada pelos meios de comunicação social – a principal fonte de informação científica da população (Lewenstein, 2001). O facto dos *media* raramente retratarem os cientistas de forma positiva tem um efeito considerável sobre a confiança do público na ciência e na tecnologia (Haynes, 2003; Liakopoulos, 2002; Weingart, Muhl e Pansegrau, 2003).

Concepções sobre o Ensino e a Aprendizagem das Ciências

Miguel entende o ensino das ciências como uma preparação para o Ensino Superior e uma sensibilização para profissões futuras e problemas socialmente relevantes como, por exemplo, questões ambientais. Durante os últimos anos tem

utilizado alguns dos conhecimentos aprendidos nas aulas de ciências naturais, nomeadamente, na interpretação de relatórios médicos.

Classifica as suas aulas de ciências naturais como “normais”, ou seja, “aulas em que os professores dão uma matéria... falam sobre o assunto e sintetizam aquilo para nos pôr as coisas mais importantes na cabeça. (...) É, fundamentalmente, ouvir o professor e fazer fichas” (EA). Considera muitas aulas repetitivas e, consequentemente, cansativas. Por esse motivo, aprecia as aulas e os professores que rompem com este padrão desagradável através da realização de visitas de estudo, de actividades laboratoriais, de debates sobre temas actuais e da observação de filmes. Contudo, Miguel encara estas actividades como formas mais interessantes de promover a aprendizagem de conteúdos, ignorando, quase por completo, a sua eventual contribuição no desenvolvimento de capacidades.

Na opinião deste aluno, a aprendizagem dos conteúdos programáticos é bastante facilitada quando os professores se preocupam em explicar o seu interesse e relevância para a vida dos cidadãos. No entanto, isso nem sempre acontece: alguns professores “explicam só a teoria e não explicam como é que aquilo se aplica ao concreto” (EA). Miguel aprecia professores de ciências dinâmicos, capazes de: a) evidenciar a relevância dos tópicos programáticos; b) propor um leque variado de actividades de aprendizagem; e c) estabelecer uma relação de proximidade e afectividade com os alunos. Vilches e Furió (1999) apontam a desconexão entre a ciência que se ensina e o mundo real como uma das causas do desinteresse dos alunos relativamente às ciências e ao seu estudo. Segundo estes autores, as finalidades do ensino das ciências reduzem-se, frequentemente, à aprendizagem de conhecimentos científicos através de um processo centrado na transmissão verbal, que ignora os interesses dos alunos, não inclui actividades motivadoras e apresenta os conteúdos programáticos de forma abstracta e desligada dos problemas do mundo.

Concepções sobre a Discussão de Assuntos Controversos na Sala de Aula

Tanto na entrevista como nos questionários, Miguel identifica várias questões científicas e tecnológicas actuais marcadas pela controvérsia: interpretação do genoma humano, clonagem de seres humanos e radiações emitidas pelos telemóveis. Encara a engenharia genética e a clonagem como “desafios às leis da natureza” com os quais não concorda, independentemente das suas potencialidades. Todo o seu discurso acerca da investigação na área da genética denota uma grande preocupação com eventuais utilizações abusivas, por parte de pessoas sem escrúpulos, ou efeitos ambientais catastróficos.

Miguel gosta de discutir assuntos actuais e polémicos relacionados com ciência e tecnologia. Considera que a televisão, mais preocupada com os níveis de audiência do que com a informação da população, tem veiculado uma imagem sensacionalista e deturpada da ciência, que consegue captar a atenção mas alarma os espectadores. Logo, na sua opinião, as discussões realizadas nas aulas de ciências naturais podem ser importantes na obtenção de informação e na estimulação da reflexão sobre questões polémicas:

“Servem para despertar o nosso interesse. Para nós pensarmos também um bocado sobre o assunto, para ficarmos mais informados. Se calhar há pessoas que nem pensam muito sobre certos assuntos que depois vamos debater para as aulas e são obrigados a pensar.” (Miguel, EA)

No entanto, ao longo da sua escolaridade, as discussões de assuntos controversos têm sido raras e mal organizadas. A título de exemplo, refere a discussão sobre clonagem proposta pela sua professora de CTV, do 11º ano, que, apesar do interesse do tema, foi apresentada de uma forma pouco aliciante, baseando-se exclusivamente na análise e discussão de textos de revistas. Miguel gostaria de se ter envolvido numa tarefa mais interessante, potencialmente estimuladora de reflexão sobre o tema e da participação dos alunos na discussão:

“Organizar as coisas de uma forma em que as pessoas fossem para casa e pensassem e, depois, voltassem para a aula e estivessem mais interessadas

naquilo... de uma forma que a gente ganhasse mais interesse sobre aquilo”.
(Miguel, EA)

Como consequência da falta de discussão de temas sócio-científicos na escola, Miguel acaba por identificar a televisão, apesar de todas as limitações já referidas, como o principal responsável pelo seu esclarecimento acerca destes assuntos.

4.2.3 O Caso de Jaime: “Deve haver cientistas assim, um pouco... fora do normal”

Jaime era aluno da professora Sónia e fez 17 anos durante o ano lectivo em que decorreu o estudo. Concluiu o 11º ano sem qualquer classificação inferior a 10, obteve 11 valores à disciplina de Ciências da Terra e da Vida e uma média geral de 10,9 valores. De acordo com as suas próprias palavras, a dedicação completa do seu tempo livre ao treino e à prática do *decatlo* não lhe permite obter classificações mais elevadas. Quase todas as suas energias têm sido canalizadas para a actividade desportiva, onde tem obtido bons resultados, tanto no papel de atleta como no papel de juiz em provas nacionais e internacionais. Espera conseguir ingressar na Faculdade de Motricidade Humana através do contingente reservado aos atletas de alta competição. Logo, acredita que o seu futuro profissional estará, de alguma forma, associado ao desporto.

O seu gosto especial pelo filme *Dr. Jekyll e Mr. Hyde* levou-o a incluir elementos deste enredo na sua história de ficção científica. Não obstante, apesar de ter recorrido a estes elementos com o objectivo de criar um clima de terror, admite a possibilidade de serem realidade.

A História de Ficção Científica

O Monstro

Esta história passa-se nos nossos tempos. E é baseada na ciência de clonar, ou seja, clonagem. Também é baseada na transferência de códigos genéticos.

Numa noite chuvosa um cientista chamado Franklin fazia uma experiência longe dos olhos da sociedade e dos seus outros colegas de trabalho. Franklin era conhecido como um cientista excêntrico e talvez até um pouco maluco. A sua experiência consistia na transferência do seu código genético para uma criatura inanimada. Esta experiência era muito perigosa devido a pôr em risco a vida de Franklin.

Passados três dias nada se ouvia de Franklin, nem no trabalho nem em casa da sua mãe onde ele ainda vivia com 48 anos. Sua mãe preocupada vai ao sítio onde ele costumava refugiar-se quando ficava melancólico, triste ou zangado. Para espanto da mãe apenas viu uma criatura horrível no chão e uma grande máquina completamente destruída.

Semanas depois, andava uma criatura meio voadora e meio homem a matar gente na rua. O cientista Franklin tinha-se cruzado com um morcego e tinha-se transformado numa coisa aterradora. Por fim esta criatura foi abatida pelo exército português para proteger os cidadãos. Nunca iremos saber se Franklin era a criatura que foi abatida, a que estava morta no seu laboratório ou se era as duas em simultâneo.

As Concepções sobre o Conhecimento Científico e Tecnológico

Quando questionado acerca do enredo da sua história de ficção científica, Jaime admite a possibilidade de existirem cientistas loucos e excêntricos que trabalham “longe dos olhos da sociedade e dos seus colegas de trabalho”: “cientistas assim um pouco... fora do normal”. Acredita e concorda que o Estado financie e mantenha o secretismo de projectos de investigação perigosos e eticamente questionáveis:

“É que se o Estado também dissesse tudo a toda a gente, era um bocado chato, podia haver revoltas, os apoiantes dos animalzinhos... ou os apoiantes dos pobrezinhos... assim dessas coisas.”

No entanto, considera que, na maior parte dos casos, os cientistas “não são loucos, nem excêntricos”, apenas “gostam de procurar coisas novas e, por vezes,

podem ser vistos como pessoas estranhas” (EA). Está convencido que os cientistas se preocupam em “ajudar o ambiente, ajudar o ser humano, e não em destruí-lo”; logo, na sua opinião, um cientista:

“é uma pessoa que procura coisas novas, que tenta ajudar acima de tudo, e que não se deixa ficar pelas aparências, tenta ir até ao pormenor. (...) Não pode ser superficial, tem que ser um pouco lutador e um pouco casmurro também para não se deixar ficar pelas aparências” (Jaime, EA).

Embora tivesse sido solicitada a redacção de uma história que retratasse a actividade de um grupo de cientistas, Jaime compôs um enredo sobre o trabalho individualista e isolado de um único cientista. Quando convidado a explicar esta opção, confessa que a mesma se deveu à sua falta de imaginação e à consequente adopção de um enredo semelhante ao do filme *Dr. Jekyll e Mr. Hyde* exibido pela televisão. Reconhece que muitos avanços científicos e tecnológicos só são possíveis graças às ideias e às propostas de muitos cientistas.

Na descrição das metodologias utilizadas pelos cientistas, este aluno evidencia uma concepção experimental-indutiva da investigação científica, limitando-a a uma actividade de pesquisa faseada, envolvendo análise de observações, formulação de hipóteses, experimentação e obtenção de conclusão, que tem por objectivo “o conhecimento absoluto de algo”. Esta ideia é frequentemente veiculada nas aulas de CTV e de Técnicas Laboratoriais de Biologia, onde esta estrutura faseada é proposta para a realização de actividades laboratoriais e a elaboração dos respectivos relatórios. A associação da actividade científica à experimentação também é evidente quando Jaime define teoria como uma hipótese ou uma opinião, reconhecida como plausível depois de aprofundada e testada, mas passível de reformulação mediante o aparecimento de novos dados. De acordo com McComas (2000), os alunos são encorajados, ao longo da escolaridade, a associar a ciência à experimentação: quase todas as actividades práticas realizadas nas aulas de ciências são designadas “experiências”, mesmo quando deveriam ser denominadas, de forma mais correcta, “procedimentos técnicos”, “explorações” ou “actividades”. De acordo com este autor, as verdadeiras experiências envolvem procedimentos cuidadosos, acompanhados de grupos

experimentais e de controlo, tendo como principal finalidade o estabelecimento de uma relação de causa-efeito. McComas (2000) reconhece a verdadeira experimentação como uma ferramenta útil em ciência, mas realça a existência de outros caminhos para o conhecimento. Para reforçar a sua ideia, identifica alguns cientistas de renome cujo trabalho se baseou em técnicas não-experimentais, nomeadamente Copérnico, Kepler e Darwin.

Reflectindo sobre o futuro da ciência e da tecnologia, Jaime manifesta-se confiante mas cauteloso. Reconhece a contribuição valiosa destes empreendimentos, em constante evolução, para a resolução dos problemas que afectam o planeta Terra mas alerta para a necessidade de se evitarem alguns erros do passado, relacionados com efeitos colaterais imprevistos de grave impacto ambiental. À semelhança de outros alunos de vários países e níveis de ensino, Jaime possui uma concepção utilitária da ciência: identifica o objectivo da ciência mais com a produção de artefactos destinados a resolver problemas da Humanidade do que com a produção de conhecimento (Aikenhead, 1987; Driver, Leach, Millar e Scott, 1996).

Concepções sobre o Ensino e a Aprendizagem das Ciências

Jaime considera que as disciplinas de ciências naturais permitem: a) a aprendizagem de conhecimentos “básicos” necessários à compreensão “do mundo em que vivemos”; e b) a motivação dos alunos para carreiras profissionais na área da ciência. Avalia as suas aulas de ciências naturais em função dos temas abordados e das actividades propostas pelos professores, atribuindo uma avaliação positiva às actividades laboratoriais (nomeadamente, com recurso ao microscópio) ou de discussão sobre temas de Biologia e uma avaliação negativa às aulas de Geologia ou baseadas exclusivamente no discurso do professor. Sente que o teor dinâmico das actividades laboratoriais e das discussões tem um impacto positivo na sua motivação e, consequentemente, na aprendizagem dos temas em questão.

Aprecia os professores de ciências exigentes, dinâmicos e com sentido de humor, que expõem os conteúdos programáticos de uma forma interessante e em constante diálogo com os alunos. Pelo contrário, não gosta dos professores que se limitam a “despejar a matéria” como “se chegassem à aula e ligassem um gravador”. Reconhece, com algum pesar, que muitos professores remetem os alunos para um papel passivo, de simples ouvintes de um discurso centrado em conteúdos de interesse ou aplicação pouco evidentes.

Concepções sobre a Discussão de Assuntos Controversos na Sala de Aula

Jaime gosta bastante de actividades dinâmicas envolvendo a partilha e a discussão de opiniões. No entanto, confessa que, anteriormente, nunca havia discutido assuntos controversos nas aulas de ciências. As únicas recordações sobre actividades deste tipo restringem-se às aulas de Filosofia do 10º ano. Logo, refere que o seu esclarecimento acerca de questões sócio-científicas actuais é efectuado, em primeiro lugar, via *Internet* e, só depois, “por alguns professores”. Considera que a motivação inerente à discussão de assuntos controversos facilita a aprendizagem dos conteúdos programáticos relacionados com os temas em análise.

“Acho que aprendo melhor. (...) Quando a Stôra está lá a falar da matéria, eu saio da aula e só quero é esquecer a matéria e pensar noutras coisas. Mas, por exemplo, quando tenho uma aula muito activa, em que me questionam, me perguntam o que é que eu acho e essas coisas todas, e em que debatemos determinado assunto, saio da aula e eu e os meus colegas continuamos a falar daquilo... por vezes até à próxima aula!” (Jaime, EA)

Contudo, acredita que a realização deste tipo de actividade se torna extremamente difícil na sua actual turma, no 11º ano, em consequência do desinteresse manifestado por vários alunos e do ambiente de indisciplina e de falta de concentração. Na sua opinião, estes factores acabaram por prejudicar muitas actividades realizadas nas aulas de CTV (concretamente, a actividade de discussão sobre a clonagem), afectando a motivação e o entusiasmo da professora. Jaime verificou um aumento progressivo do desinteresse e da desmotivação da professora

ao longo do ano lectivo, o que se traduziu numa diminuição da diversidade de actividades propostas nas aulas.

4.2.4 O Caso de Nídia: “Não foi por querer que escrevi acerca de um cientista homem. Calhou... Geralmente, ouve-se isso”

Nídia era aluna da professora Júlia e fez 18 anos durante o ano em que decorreu a investigação. Terminou o ano escolar com duas classificações inferiores a 10 (uma das quais à disciplina de Ciências da Terra e da Vida: 9 valores) e uma média global de 10,7 valores. Nos seus tempos livres prefere ouvir música, jogar *corfball* e ler. Gostaria de vir a ser farmacêutica, mas receia não conseguir média para ingressar nesse curso. O seu interesse por OVNI's levou-a a seleccionar este tema para a sua história de ficção científica. Para a construção do enredo baseou-se em filmes e informações recolhidas na *Internet*.

A História de Ficção Científica

O que será?!

Era eu pequeno e gostava muito de ouvir histórias, as quais quando comecei a ouvi-las achava serem muito banais. Mais tarde, quando me comecei a interessar pela leitura e a entender melhor determinados assuntos, adorava ouvir e ler histórias de ficção científica, principalmente sobre Ovnis e Extraterrestres. Assim, comecei a estudar sobre este assunto com a intenção de mais tarde vir a ser investigador e cientista, isto porque houve um amigo do meu Pai que contou que um certo dia em que ele se deslocava para o Porto, já um pouco tarde, deparou com um foco de luz branca muito intensa, do lado esquerdo da sua viatura a qual seria de um objecto que se movia de um lado para o outro e que o perseguiu cerca de 50 kms. Este amigo do meu Pai ficou muito assustado com o que tinha visto, pelo facto de não gostar de viajar durante a noite e logo nesse dia teve de o fazer, tendo este grande susto.

Ao ouvir esta história, apesar de ser real, não acreditei muito, mas acabei por me interessar, pelo facto desta falar sobre um assunto que me dizia algo, e por estar a ouvir o testemunho de uma pessoa que me fazia lembrar os livros

que lia. O tempo foi passando, eu cresci, estudei e acabei por tirar um curso de investigação científica que era o meu grande desejo.

Entretanto, estudo e investigo todos os problemas relacionados com Ovnis, leio muito sobre esta matéria, vou a debates, conferências, faço pesquisas sobre o assunto, falo com pessoas que entretanto passaram por experiências idênticas à do amigo do meu Pai, e penso que começo a acreditar um pouco em todas as histórias devido às expressões das pessoas quando as contam. Agora que investigo todas estas situações um pouco estranhas que se passam um pouco por todo o mundo, quando me desloco a certos locais, com um grupo de colegas de profissão, onde se deparou com uma situação deste tipo, tento ter muito cuidado com tudo o que me rodeia, para que nenhum pormenor por muito pequeno que seja me escape, tudo isso é registado através de uma máquina fotográfica, no bloco de apontamentos, que é algum do material que nos acompanha nessas pesquisas, assim como uma fita métrica, binóculos, caixas para recolha de amostras, algumas máquinas muito caras e sofisticadas.

Certo dia tive de me deslocar aos Açores para investigar mais uma situação relacionada com Ovnis. Ia no avião a caminho do arquipélago dos Açores, lendo um livro cuja história se baseava em factos reais: 'em 31 de Janeiro de 1968, um homem de 36 anos encontrava-se de guarda a instalações militares, a ouvir um relato de futebol, quando, de repente, o rádio deixou de transmitir o que o levou a desligar o aparelho. Entretanto, ouviu um zumbido cujo som vinha do local onde estivera anteriormente e ao olhar para o mesmo avistou um "veículo" de aspecto estranho a aproximar-se, com uma grandiosíssima e intensa claridade. Entretanto, muito assustado, chamou ajuda pelo intercomunicador, em seguida foi buscar uma lanterna e reparou que, a luminosidade saía de um veículo oval metálico que culminava numa torre de vidro com pequena balaustrada onde se encontravam dois seres. Assim que o homem aproximou o foco para os seres que lá se encontravam, o veículo moveu-se muito rapidamente, e nesse momento o homem teve uma estranha sensação, como que uma poeira descera sobre ele, e desmaiou.'

Ao acabar de ler a história, preparava-me para dormir um pouco, quando de repente através da janela avisto vir na minha direcção um foco de luz branca bem definida. O piloto que tinha presenciado o mesmo pensou tratar-se de um avião em rota de colisão, gritando para a torre de controlo: "Vem um avião contra nós". De pronto, iniciou uma volta para a direita, afastando-se do objecto. Entretanto, os controladores do aeroporto observaram através de binóculos e constataram tratar-se de um Ovni. Os tripulantes tiveram a sensação de que este esteve parado em frente do avião cerca de 2 a 3 minutos. Após ter cruzado a rota do avião, da direita para a esquerda, constatou-se que se dirigia no sentido sul para norte, era escuro, emitindo das extremidades luzes intermitentes do tipo "flash", enquanto a parte frontal tinha a forma mais ou menos de um dedo, ligeiramente curvado, possuindo no rebordo uma espécie de dentes e nesse momento a sua coloração era amarela-avermelhada.

Neste momento de susto e de grande emoção para mim, tirei imensas fotografias, o que foi esplêndido para o trabalho que ando a efectuar e

também para a minha carreira, esta irá certamente ser a minha primeira história, entre outras que se seguirão, que com mais experiência irei observar. Como cientista e investigador, coube-me estudar os solos onde estes objectos não identificados terão estado, as zonas mais propícias para estes factos poderem acontecer e a partir destes conhecimentos que se vão obtendo, começo a ter a percepção dos locais onde poderei encontrar os sítios certos para a minha investigação. Para além das descrições feitas anteriormente, há várias que são um pouco estranhas, mas que também observei, tais como ovnis em forma de pétalas, com várias cores, etc. Pois o meu objectivo como cientista e investigador é procurar e obter novas situações, para além de também reconhecer os locais mais propícios onde estes andam, principalmente encontrar algo que nunca tenha sido visto e com tais coisas fazer experiências acerca do assunto.

Um facto curioso é que, após a observação do Ovni retratado anteriormente, o campo magnético terrestre sofreu variações sensíveis, como pude constatar no Instituto de Geofísica. E é este tipo de informações que eu como cientista devo procurar saber cada vez mais.

As Concepções sobre o Conhecimento Científico e Tecnológico

Um aspecto interessante da história de ficção científica desta aluna é o facto de, apesar de ter sido escrita por uma rapariga, o seu enredo se centrar num cientista do sexo masculino. De acordo com Nídia, esta opção não foi propositada e acabou por reflectir uma ideia frequentemente utilizada em argumentos de filmes de ficção científica: “Não foi por querer (...). Calhou... Geralmente, ouve-se isso”. Mais uma vez se obtêm evidências da importância dos *media* na construção de uma concepção estereotipada relativamente ao género dos cientistas. No entanto, a responsabilidade por esta concepção deverá ser, forçosamente, partilhada com a escola: a totalidade dos cientistas referidos nos currículos e nas aulas de ciências naturais é do sexo masculino.

Nídia considera que o cientista distingue-se do resto da população por demonstrar maior interesse e trabalhar árdua e meticulosamente em áreas relacionadas com “as novas tecnologias”. Identifica, frequentemente, a ciência com a produção tecnológica e associa a actividade do cientista à recolha cuidadosa de pormenores (sobre as questões em estudo), através da utilização de maquinaria e instrumentos diversos, por vezes, extremamente caros e sofisticados. Afirma que

difícilmente conseguiria ser cientista porque se considera incapaz de tamanha dedicação. Todas estas ideias acerca do cientista e da sua actividade integram um conjunto de estereótipos comum entre os alunos (Chambers, 1983; Matthews e Davies, 1999; Mead e Métraux, 1957) e veiculado pelos meios de comunicação social, nomeadamente por filmes e desenhos animados (Aikenhead, 1988; Fort e Varney, 1989; Haynes, 2003).

Ao longo da entrevista, esta aluna revelou poucos conhecimentos acerca do empreendimento científico, nomeadamente dos contextos e dos processos de produção e de validação da ciência. Esta situação poderá evidenciar um ensino das ciências naturais que, centrado quase exclusivamente nos produtos da ciência, remete para um plano insignificante qualquer tipo de reflexão sobre a natureza da ciência e as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Quando os alunos aprendem sobre o que se conhece, sem aprenderem também como se chegou a esse conhecimento, elimina-se a oportunidade dos alunos compreenderem as dinâmicas sociais, cognitivas e epistémicas da ciência (Duschl, 2000).

Nídia descreve a investigação científica como um processo de pesquisa interessante e complexo, que conduz à construção de teorias através da acumulação de evidências experimentais: a recolha e a análise de vários dados isolados permitem que as hipóteses assumam o estatuto mais “fixo” de teorias. No entanto, acredita que as teorias podem sofrer alterações, em consequência da obtenção de novas evidências de natureza experimental. Esta opinião é coincidente com a da maioria dos participantes de outros estudos, segundo os quais aquelas alterações resultam da obtenção de novos dados através da utilização de mais e melhores instrumentos de observação e medida (Acevedo, 1992; Aikenhead, 1987). Relativamente ao futuro da ciência e da tecnologia, admite a possibilidade de surgirem aspectos positivos (“descobertas” com impacto na melhoria das condições de vida) e negativos (poluição e outros efeitos colaterais adversos), tudo dependendo das opções efectuadas pelos cientistas e pelos cidadãos.

Concepções sobre o Ensino e a Aprendizagem das Ciências

De acordo com a aluna, a utilidade das disciplinas de ciências naturais consiste na aprendizagem de conhecimentos interessantes e úteis sobre a vida e o planeta Terra. No entanto, tanto na entrevista como no questionário Q1, foi incapaz de exemplificar ou explicar a utilidade desses conhecimentos, o que poderá indiciar alguma falta de preocupação dos seus professores em destacarem a relevância dos conteúdos abordados nas aulas.

Na opinião de Nídia, as actividades mais adequadas à aprendizagem desses conteúdos são: “fazer exercícios, observar experiências e ver acetatos para que os alunos possam visualizar melhor os assuntos que estão a ser estudados” (Q1). Contudo, ao longo da entrevista, depreende-se que esta aluna não conhece outro tipo de actividades: as suas aulas de ciências naturais têm-se restringido ao discurso do professor, à leitura do manual escolar, à resolução de questionários e, muito raramente, à observação de algum fenómeno ou estrutura. Logo, é incapaz de sugerir qualquer tipo de metodologia alternativa. Na melhor das hipóteses, espera que os seus professores tenham “muitos conhecimentos a nível geral” e que consigam “dar aulas dinâmicas” com “exemplos lógicos” e “sínteses no final (...) para que os alunos captem bem a matéria”. De acordo com Lock (2002), a utilização excessiva de aulas expositivas pelos professores induz os alunos a associarem as aulas de ciências a estilos particulares de ensino e de aprendizagem, considerados adequados à “transmissão” de grandes quantidades de informação. Também a forma restrita como o trabalho prático é utilizado, envolvendo a utilização de um único método na obtenção da “resposta certa” (ou seja, na “confirmação” de conteúdos previamente abordados), contribui para a construção de uma imagem de aprendizagem das ciências limitada à memorização de conteúdos. O referido autor considera que os professores de ciências se preocupam mais em dizer aos alunos o que devem saber e pensar do que em proporcionar-lhes oportunidades para pensar e discutir.

Nídia avalia positivamente o trabalho dos seus professores, atribuindo a responsabilidade do seu actual insucesso na disciplina de Ciências da Terra e da

Vida exclusivamente a si própria. Uma ideia negativa acerca das suas capacidades intelectuais poderá ser a verdadeira razão que a leva a excluir a possibilidade de vir a ser cientista. O facto das suas aulas de ciências naturais nunca terem divergido de um padrão meramente expositivo (independentemente dos professores, dos níveis de escolaridade e das disciplinas), induz esta aluna a aceitar, como perfeitamente natural e adequado, este tipo de abordagem.

Concepções sobre a Discussão de Assuntos Controversos na Sala de Aula

Esta aluna identifica vários assuntos controversos relacionados com ciência e tecnologia, nomeadamente a clonagem e a co-incineração. Refere que a informação que possui acerca destes temas provém exclusivamente de programas televisivos pois nunca discutiu qualquer assunto controverso nas suas aulas de ciências naturais. Sente-se preocupada perante a rejeição da co-incineração como processo de eliminação de resíduos tóxicos, principalmente sem a implementação de qualquer metodologia alternativa, uma vez que considera urgente a criação de um sistema de eliminação ou de tratamento da grande quantidade de resíduos tóxicos libertados para o ambiente. Quanto à clonagem, manifesta-se confusa, devido à complexidade deste processo e às suas múltiplas implicações.

Apesar dos seus professores de ciências naturais nunca terem proposto a discussão de temas controversos nas suas aulas, Nídia acredita que esta actividade poderia contribuir para a motivação e esclarecimento das dúvidas dos alunos sobre questões tão complexas como a clonagem. Vê no debate uma forma privilegiada de apresentação, discussão e reformulação de opiniões. Contudo, considera que a sua professora de CTV dificilmente realizaria uma aula deste tipo, pelo facto de poder comprometer o “cumprimento do programa”.

4.2.5 O Caso de Ana Sofia: “A ciência não é uma exclusividade dos cientistas, afecta toda a sociedade e, portanto, as pessoas têm que estar bem informadas para poderem fazer uma opção”

Ana Sofia era aluna da professora Gabriela e fez 17 anos durante o ano em que decorreu a investigação. Concluiu o 11º ano com a classificação de 18 valores na disciplina de Ciências da Terra e da Vida e com 17,2 valores de média geral. Nos seus tempos livres gosta de ler, de ver televisão e de ir ao cinema. Até há um ano atrás, pertenceu a um agrupamento de escuteiros mas teve de abandonar esta actividade por falta de disponibilidade de tempo. Não sonha com profissão alguma; apenas pretende que, de algum modo, o seu futuro profissional se relacione com matemática. Também não consegue identificar as razões da opção pelo tema ou pelo enredo da sua história de ficção científica: “Não foi por nenhuma razão em especial. Não sei explicar... Saiu e pronto” (EA). Contudo, são perceptíveis semelhanças com filmes exibidos pela televisão portuguesa.

A História de Ficção Científica

Viagem ao futuro

Muitos dos erros que o homem tem cometido ao longo da sua existência foram causados pela sua falta de bom senso e pela sua excessiva ambição. E se o homem conseguisse viajar no tempo e observar no futuro, quais os efeitos e consequências dos seus actos? Que impacto teve determinada decisão? Como fomos todos nós afectados por ela? Certamente que não me refiro a questões pessoais mas sim universais. Talvez assim o homem não cometesse erros que nos afectam a todos no presente ou talvez futuramente.

Estamos no ano 2902, onde questões como o aborto, alimentos transgénicos, etc, foram completamente ultrapassadas e de um certo modo esquecidas pois tornaram-se factores presentes na nossa sociedade. Estamos numa era em que os computadores tomam quase por completo o lugar do homem. Hoje em dia a clonagem humana também é utilizada não só para transplantes de órgãos mas também para a clonagem de seres humanos fortes e capazes de vigiar e deter os criminosos actuando assim como uma verdadeira força policial pública assegurando a paz e o sossego de algumas cidades. Os autores desta ideia foram quatro conceituados cientistas que vivem nos

Estados Unidos da América. Esta equipa sempre se dedicou a utilizar a ciência para benefício da sociedade. Eles chamam-se Paul, James, Robin e Mary (é verdade... uma mulher). Esta brilhante equipa inicialmente começou por clonar para esta missão pessoas que de algum modo se distinguiram por coragem e bravura. Seguidamente a ambição falou mais alto e o desejo de criar um ser em tudo superior levou os cientistas a conduzirem uma meticulosa pesquisa e estudo sobre a melhor forma de conseguirem atingir o seu objectivo. Após muito tempo de investigações e de morosas, complicadas e perigosas experiências os cientistas conseguiram chegar a um processo que realizado com o devido material futurista à disposição conduziria à criação de uma força especial. A questão foi debatida mundialmente pois sem a aprovação de entidades superiores nomeadamente o governo e outros não se poderia avançar com a proposta. Felizmente (ou não) a proposta foi aprovada e os cientistas deitaram mãos à obra e concretizaram a sua tarefa. Inicialmente tudo corria muito bem pois finalmente, após muitos séculos de esperança para que tanta violência parasse, o homem conseguiu criar alguma ordem nas cidades. As pessoas voltavam então a sair à rua sem medos. O ser humano coexistia com a máquina de uma forma assustadoramente natural.

Tudo isto aconteceu até ao dia em que os seres criados por esse grupo de cientistas se viraram contra o ser humano! Alguns cientistas juntaram-se imediatamente de modo a tentarem encontrar uma solução para a catástrofe que estava a acontecer mas em vão. A ambição dos cientistas não permitiu que se certificassem que se algo do género acontecesse eles estariam prevenidos com alguma solução. Estes, depois de muito pensarem, embora estando sob pressão, chegaram a uma conclusão: a única solução para ultrapassar esta calamidade e salvar a espécie humana seria introduzir no seu DNA genes de forma a se tornarem mais fracos e assim mais facilmente poderiam ser eliminados. E foi o que toda a equipa de cientistas fez e felizmente de uma forma bem sucedida. Desta forma, as forças de protecção especiais da cidade tinham desaparecido. O homem conseguia agora voltar à sua vida normal.

Assim, só nos resta esperar que questões como a clonagem sejam bem ponderadas e que reflectamos muito bem sobre elas, pois são questões polémicas onde as vantagens podem não compensar as desvantagens e vice-versa. Não devemos deixar que a ambição do homem fale mais alto, pois não devemos esquecer que existe certo poder que se cai nas mãos erradas poderá ter consequências muito graves no destino da humanidade.

As Concepções sobre o Conhecimento Científico e Tecnológico

Tanto o enredo da história de ficção científica redigida por Ana Sofia como as suas respostas aos questionários, evidenciam uma grande preocupação com os

efeitos catastróficos resultantes de eventuais utilizações irreflectidas ou abusivas da ciência e da tecnologia, motivadas pela “falta de bom senso” e pela “excessiva ambição” dos seres humanos. De acordo com esta aluna, tanto a ciência como a tecnologia apresentam duas faces: uma “benéfica”, contribuindo “para o nosso bem-estar e, por vezes, para o nosso desenvolvimento como seres humanos” (Q2); outra “prejudicial”, desencadeando efeitos indesejáveis e imprevistos no ambiente e na sociedade.

“Quanto à tecnologia e à ciência penso que tanto são benéficas como prejudiciais: há aspectos em que a sua utilização é necessária, há outros em que elas nunca deveriam ter sido usadas.” (Q2)

“Não devemos deixar que a ambição do homem fale mais alto, pois não devemos esquecer que existe certo poder que se cai nas mãos erradas poderá ter consequências muito graves no destino da humanidade.” (HFC)

Relativamente ao futuro dos empreendimentos científico e tecnológico, Ana Sofia manifesta-se, simultaneamente, confiante e receosa:

“Acho que as coisas estão a progredir cada vez mais, mas tenho um bocado de receio até onde é que o homem pode avançar, sinceramente. Mas acho que vai trazer coisas muito boas, claro que sim. Vai melhorar as nossas condições de vida, até a nível de doenças e não só. Estamos a descobrir muitas curas, e nesse campo pode melhorar significativamente. Agora noutros campos como, por exemplo, a clonagem, embora eu não tenha assim uma opinião muito definida, acho que temos que pensar muito bem antes de avançar.” (EA)

Perante as fortes repercussões sociais suscitadas por alguns avanços científicos e tecnológicos recentes (como, por exemplo, a clonagem), esta aluna considera indispensável a participação dos cidadãos na avaliação das potencialidades e dos perigos associados às opções de investigação e desenvolvimento. Acredita que todos os cidadãos, sem excepção, devem estar suficientemente informados sobre estas temáticas de forma a poderem reflectir e tomar decisões informadas e conscientes. Na sua opinião, as opções científicas e tecnológicas afectam toda a sociedade e, como tal, não devem ser da responsabilidade exclusiva dos cientistas (apesar de lhes atribuir um papel relevante, em virtude dos conhecimentos especializados sobre estas questões):

“Só nos resta esperar que questões como a clonagem sejam bem ponderadas e que reflectamos muito bem sobre elas, pois são questões polémicas onde as vantagens podem não compensar as desvantagens e vice-versa.” (HFC)

“Hoje em dia a ciência não é uma exclusividade dos cientistas, afecta toda a sociedade, e portanto acho que isso não é uma decisão que tenha que partir só deles, eu acho é que as pessoas têm que estar bem informadas acima de tudo para poderem fazer uma opção. Porque nós, sem sabermos aquilo que estamos a escolher, não faz sentido nenhum estarmos a fazer qualquer voto. (...) Claro que as pessoas que entendem mais do assunto devem ter um voto mais forte, mas acho que toda a gente deve ter a sua opinião acerca do assunto, como no caso do aborto, por exemplo.” (EA)

De acordo com Duschl (2000), a participação dos cidadãos em processos decisórios relacionados com questões científicas e tecnológicas depende da compreensão das dinâmicas sociais, cognitivas e epistémicas da ciência. Logo, torna-se imprescindível um ensino das ciências que promova a reflexão sobre a natureza da ciência e as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade. No entanto, este tipo de reflexão parece não ter ocorrido nas aulas de ciências naturais de Ana Sofia. Ao longo da entrevista, esta aluna reconheceu falta de conhecimentos sobre a natureza da ciência, nomeadamente sobre os processos de produção e de validação da ciência (temas que afirma nunca terem sido abordados nas suas aulas de ciências). Consequentemente, sente bastante dificuldade em pronunciar-se acerca destes assuntos.

Descreve a investigação científica como um processo que permite o “avanço da tecnologia e do conhecimento acerca do mundo e dos seres humanos” e define teoria como “uma hipótese elaborada por alguém acerca de um determinado assunto” (EA) que, apesar de “fundamentada”, pode ser refutada. Acredita que o carácter provisório das teorias impede o seu reconhecimento como lei ou conhecimento científico. À semelhança de muitas pessoas de diferentes idades e nacionalidades (McComas, 2000; Ryan e Aikenhead, 1992; Vásquez e Manassero, 1997), Ana Sofia pensa que só através da acumulação de evidências (na sua maioria, provenientes de experimentação) as hipóteses poderão ascender ao estatuto de leis estabelecidas, mais fiáveis. Esta aluna desconhece que teorias e leis são tipos diferentes de conhecimento e não diferentes formas do mesmo

conhecimento: as leis constituem generalizações ou padrões detectados na natureza; as teorias são explicações dessas generalizações. Apesar da relação existente, umas não se transformam nas outras, independentemente da quantidade de evidências empíricas acumuladas.

Ana Sofia revela, ainda, outra concepção frequente entre os alunos e a população, em geral: a noção do cientista como pessoa extremamente objectiva (Ryan, 1987; McComas, 2000).

“Um cientista, é uma pessoa que investiga certos fenómenos que nos rodeiam, ou tenta procurar explicação para alguns fenómenos. Tem que ter um espírito objectivo, tem que ser crítico em relação àquilo que descobre, metódico acima de tudo, e também tem que ser humilde porque tem que ter capacidade para ver que aquilo que descobre, se calhar não está assim tão certo como ele pensa.” (EA)

Contudo, os cientistas não são diferentes de outros profissionais no que respeita ao seu nível de objectividade (McComas, 2000). Como todas as pessoas, possuem uma constelação de ideias prévias acerca do mundo que afectam a forma como eles observam e interpretam os fenómenos. Para além disso, os cientistas de cada área disciplinar partilham uma tradição investigativa (designada paradigma) que (1) proporciona indicações sobre as questões dignas de serem investigadas, (2) determina os dados considerados admissíveis e (3) prescreve as metodologias consideradas aceitáveis (Kuhn, 1970). Este paradigma fornece orientação para a investigação, confinando-a a determinadas práticas consideradas aceitáveis e, consequentemente, limitando a objectividade. Geralmente, as ideias exteriores ao paradigma são consideradas pouco científicas e, como tal, rejeitadas.

Esta ideia de ciência como empreendimento objectivo continua a ser veiculada nas aulas de ciências. Frequentemente, os professores ignoram os conhecimentos prévios dos alunos e pretendem que as suas conclusões, obtidas a partir de determinadas observações, sejam, simultaneamente, evidentes e coincidentes. Contudo, isto só aconteceria se todos partilhassem exactamente as mesmas concepções prévias e os mesmos esquemas de observação, o que é completamente impossível.

A história de ficção científica redigida pela aluna evidencia, ainda, a concepção de uma actividade científica dominada por cientistas do sexo masculino e de nacionalidade americana. No enredo da história, o facto da equipa de cientistas integrar um elemento do sexo feminino é apresentado como algo invulgar. Quando questionada acerca deste aspecto do enredo, Ana Sofia confirma a sua convicção numa ciência dominada por homens e justifica-a com a inexistência de referências a cientistas do sexo feminino nas aulas de ciências e em muitos filmes de ficção científica. Várias investigações têm: (1) revelado a frequência desta concepção entre os alunos de diferentes idades e nacionalidades; e (2) evidenciado o papel relevante dos meios de comunicação social e da escola na veiculação desta ideia (Aikenhead, 1988; Matthews e Davies, 1999). Contudo, conforme referido pela própria aluna, não se podem ignorar as grandes responsabilidades do ensino das ciências na veiculação deste estereótipo. Por exemplo, o manual escolar de CTV utilizado por Ana Sofia, não faz qualquer referência a cientistas do sexo feminino.

Quanto à opção por um enredo centrado numa equipa constituída exclusivamente por cientistas de nacionalidade americana, Ana Sofia aponta-a como involuntária; refere que o facto da maioria dos filmes de ficção científica retratarem cientistas americanos poderá tê-la influenciado inconscientemente. Contudo, apesar do reconhecimento da existência de cientistas de muitas nacionalidades (nomeadamente, portugueses), parece evidente a ideia implícita de que Portugal está longe de ser um país associado à investigação científica (ao contrário dos Estados Unidos da América).

Concepções sobre o Ensino e a Aprendizagem das Ciências

Ana Sofia atribui um papel de relevo ao ensino das ciências na formação de todos os cidadãos. Considera que os conhecimentos de ciências naturais são indispensáveis à compreensão do mundo e ao funcionamento e desenvolvimento da sociedade e, como tal, devem integrar a cultura de qualquer pessoa.

Ao longo da sua escolaridade, tem apreciado as suas aulas de ciências naturais em consequência, fundamentalmente, da diversidade e da relevância dos temas abordados. Avalia positivamente os seus professores de ciências naturais mas lamenta o carácter exclusivamente expositivo e muito repetitivo das aulas implementadas por alguns deles. Na sua opinião, a aula de ciências ideal resulta da combinação de componentes teóricas e práticas e de vários factores, nomeadamente: “o professor saber cativar os alunos; haver um certo ritmo na aula; não ser muito monótono; não ser só despejar matéria, despejar matéria...” (EA). Acredita que aprende melhor quando os professores de ciências: (1) utilizam uma metodologia diversificada integrando “aulas teóricas e aulas práticas como, por exemplo, aulas experimentais e visitas de estudo”; e (2) explicam a “aplicação” e a relevância dos conteúdos abordados. Sente que as actividades práticas facilitam a aprendizagem pelo facto de “serem mais interessantes” e permitirem a visualização dos conteúdos programáticos.

Concepções sobre a Discussão de Assuntos Controversos na Sala de Aula

Apesar de ter pouca experiência na discussão de assuntos controversos nas aulas de ciências naturais, Ana Sofia tem uma opinião muito favorável acerca destas actividades. Na disciplina de CTV, do 11º ano, realizou, pela primeira vez, uma actividade de pesquisa e discussão em grupo acerca de um tema controverso relacionado com genética. Para além de ter apreciado bastante a forma como decorreu a actividade, atribui-lhe potencialidades: (1) na aprendizagem de conhecimentos relacionados com as temáticas em discussão; (2) na construção de opiniões sobre esses temas; e (3) na promoção de capacidades de pensamento necessárias à avaliação crítica das propostas de investigação e desenvolvimento da comunidade científica.

“Eu pessoalmente gosto muito, são as minhas aulas preferidas! (...) Acho que para além de desenvolver a nossa capacidade argumentativa, faz-nos pensar sobre os assuntos, e isso também é importante. Permite-nos pensar e também entrar em diálogo uns com os outros, e também desenvolver o nosso espírito crítico acerca dos assuntos. (...)

Foi um trabalho interessante com o qual aprendi muito e que gostei de fazer.”
(EA)

Ana Sofia lamenta que, até ao 11º ano de escolaridade, a reflexão sobre temas controversos se tenha limitado às aulas de Filosofia, restringindo a quantidade e a qualidade de informações disponíveis acerca de questões actuais, como a clonagem ou a engenharia genética. Nos anos anteriores, os seus professores de ciências nunca propuseram a discussão de qualquer tema polémico. Será que, à semelhança do que acontece em Inglaterra (Levinson e Turner, 2001), os professores da área das humanidades realizam mais actividades de discussão sobre temas sócio-científicos e têm mais experiência na sua gestão do que os professores de ciências?

Na opinião da aluna, a televisão e as revistas representam as principais fontes de informação sobre estas temáticas. No entanto, afirma que a informação disponibilizada pelos meios de comunicação social nem sempre é esclarecedora e, por esse motivo, realça a importância das aulas de ciências naturais no esclarecimento dos alunos acerca de temas polémicos actuais relacionados com ciência e tecnologia. Ana Sofia está convicta da importância do ensino das ciências na promoção dos conhecimentos, das capacidades e das atitudes necessários à participação dos cidadãos em processos decisórios sobre questões científicas e tecnológicas.

4.3 ANÁLISE GLOBAL DOS DADOS

Nesta secção apresenta-se a análise global das informações provenientes do conjunto dos alunos participantes no estudo e que foram obtidas através dos questionários (Q1 e Q2), das histórias de ficção científica e das entrevistas semi-estruturadas. Esta análise global pretende detectar as grandes tendências das concepções destes alunos sobre: a) a natureza da ciência e da tecnologia; e b) o ensino e a aprendizagem das ciências.

4.3.1 Concepções sobre a Natureza da Ciência e da Tecnologia

Análise do Questionário Q1

O Questionário Q1 (Anexo 1) pretendeu recolher evidências relativamente: a) às concepções dos alunos acerca da ciência e da tecnologia e das questões sócio-científicas recentes; e b) ao eventual impacto destas questões na sala de aula. Conforme foi referido no Capítulo 3, utilizaram-se, principalmente, itens de resposta aberta pois, embora exijam uma análise demorada, não limitam o teor nem a extensão das respostas apresentadas, permitindo captar a riqueza e o pormenor das concepções dos alunos. O questionário foi aplicado pelo investigador, durante o primeiro mês de aulas, a todas as turmas envolvidas no estudo. Posteriormente, as respostas dos alunos foram submetidas a uma análise categorial que procurou extrair as concepções implícitas acerca de vários aspectos em estudo. A leitura repetida e a análise aprofundada das respostas aos vários itens permitiram, numa primeira fase, a classificação dos elementos de significação de acordo com categorias definidas previamente e, numa segunda fase, a sua distribuição por subcategorias mais específicas que emergiram durante este processo. Com o objectivo de se distinguir o típico do atípico (Erickson, 1998; Maxwell, 1998) e de se evidenciarem grandes tendências, procedeu-se, por vezes, ao cálculo da percentagem por categoria e sub-categoria e à organização das categoriais em mapas lógico-semânticos. Responderam a este questionário 84 alunos.

Relações entre Ciência e Tecnologia

Com o objectivo de se identificarem estereótipos sociais partilhados pelos alunos sobre a ciência e a tecnologia, foram utilizados dois itens de associação de palavras. Assim, pediu-se aos alunos que associassem três palavras à palavra “ciência” e à palavra “tecnologia”. Cada um destes itens permitiu reunir um conjunto heterogéneo de unidades semânticas: substantivos, adjectivos, expressões... A análise das respostas foi efectuada de acordo com a metodologia bi-etápica

proposta por Bardin (1977). Primeiro, foram agrupadas as palavras idênticas, sinónimas ou próximas a nível semântico. Posteriormente, a leitura repetida das unidades de significação permitiu a criação de categorias para a sua classificação (características e atributos; objectos de estudo e de acção; actividades; áreas de conhecimento; pessoas; instrumentos; locais). A utilização dum único sistema categorial para ambos os itens pretendeu facilitar a comparação das ideias associadas à ciência e à tecnologia. O Quadro 4 apresenta o conjunto das unidades de significação classificadas de acordo com o sistema de categorias definido. A análise desse quadro permite constatar o seguinte:

1. O conjunto dos alunos inquiridos evidencia uma concepção positiva tanto da ciência como da tecnologia. De um total de 477 palavras associadas a ciência e a tecnologia, 85 (17,8%) indiciam uma imagem claramente positiva (avanço, desenvolvimento, evolução, progresso) e apenas 4 (0,8%) sugerem uma imagem negativa (poluição – 3 ocorrências; destruição – 1 ocorrência);
2. A ciência é associada, principalmente: a) às “actividades” de investigação, descoberta, experimentação e estudo de determinados “objectos” como, por exemplo, a vida, a Natureza, a Terra, o ser humano e o Universo; e b) a determinadas “áreas de conhecimento”, nomeadamente, a Biologia, a Medicina e a Geologia;
3. A tecnologia é entendida, maioritariamente, como um empreendimento que permite o desenvolvimento e o progresso através da criação de aparelhos e de máquinas, especialmente nas áreas da informática, da comunicação e da mecânica;
4. A noção de interrelação entre os empreendimentos científico e tecnológico é evidenciada através das associações estabelecidas entre os termos “ciência” e “tecnologia”.

Quadro 4

Palavras associadas aos Termos “Ciência” e “Tecnologia”

Características e atributos simbólicos		Objectos de estudo e de acção	Actividades	Áreas de conhecimento	Pessoas	Instrumentos	Locais
Ciência	Avanço, Desenvolvimento, Evolução, Progresso (24)	Vida (15)	Investigação, Pesquisa (24)	Biologia, Genética (14)	Cientistas, Einstein (6)	Microscópio (2)	Laboratórios (7)
	Imprevisível, Incerteza (2)	Animais, Natureza, Plantas (11)	Descoberta (12)	Tecnologia, Técnicas (12)	Biólogo (1)	Batas brancas (1)	
	Interessante (2)	Mundo, Terra (9)	Aprofundamento, Estudo,	Medicina (9)		Tubos de ensaio (1)	
	Esperança (1)	Corpo humano, Homem, Operações corporais,	Fundamentação (11)	Geologia, Mineralogia (7)			
	Imprescindível (1)	Ser humano (5)	Experiências (11)	Física, Planetologia (3)			
	Inovação (1)	Universo (5)	Conhecimento (7)	Biofísica, Biomecânica (2)			
	Lógica (1)	Células (4)	Invenção, Geração (2)	Filosofia (2)			
	Verdade (1)	Átomo (3)	Aprendizagem (1)	Astrologia (1)			
	Felicidade (1)	Clonagem (3)	Contacto com o real (1)	Psicologia (1)			
	Futuro (1)	Fotossíntese (3)	Obtenção de capital (1)	Química (1)			
	Inteligência (1)	Ácido láctico, Compostos químicos, Enzima (4)					
	Modernidade (1)	Ambiente (2)					
	Poliuição (1)	Doença, SIDA (2)					
	Sabedoria (1)	ADN (1)					
		Medicamentos (1)					
Total 247		38 (15,4%)	70 (28,3%)	52 (21,1%)	7 (2,8%)	4 (1,6%)	7 (2,8%)
Tecnologia	Aperfeiçoamento, Avanço, Desenvolvimento, Evolução, Progresso (61)	Computador, Internet, Programas (37)	Investigação, Pesquisa, Procura (7)	Ciência (8)	Físico (1)	Microscópio (2)	Espacial, Marte (2)
	Criatividade, Inovação, Mudança, Novidade (19)	Maquinaria, mecanismos, robots (16)	Descoberta (4)	Física (2)			Laboratório (2)
	Facilidade (5)	Televisão (4)	Invenção (3)	Informática (2)			Tecnologia alemã (1)
	Futuro (5)	Informação (3)	Conhecimento (1)	Astronomia (1)			Fábricas (1)
	Complexidade (4)	Comunicação (2)	Estudo (1)	Genética (1)			
	Destruição, Poluição (3)	Telemóveis (2)	Experiências (1)	Matemática (1)			
	Utilidade (2)	Universo (2)	Resolução (1)	Técnica (1)			
	Capitalismo (1)	Viagens espaciais (2)					
	Comodidade (1)	Carros (1)					
	Eficácia (1)	Clonagem (1)					
	Empregos (1)	Laser (1)					
	Especialização (1)	Nuclear (1)					
	Modernidade (1)	Passado terrestre (1)					
	Perfeição (1)	Rádio (1)					
	Qualidade (1)	Construção de satélites					
	Rapidez (1)						
	Revolução (1)						
Total 230		108 (47,0%)	18 (7,8%)	18 (7,8%)	1 (0,4%)	2 (0,9%)	6 (2,6%)

Questões Sócio-Científicas Recentes: Concepções e Impacto na Escola

Com o objectivo de identificar evidências relativamente às concepções dos alunos participantes acerca de questões sócio-científicas actuais e avaliar o impacto destas questões nas suas concepções acerca da ciência e da tecnologia, bem como nas práticas de sala de aula, foram utilizados quatro itens de resposta aberta. A análise das respostas dos 84 alunos inquiridos permitiu constatar que estes reconhecem a existência de várias questões científicas e tecnológicas marcadas pela controvérsia e possuem alguma informação sobre estas questões. No entanto, esta informação provém muito mais dos meios de comunicação social, especialmente da televisão, do que da escola: a grande maioria dos alunos nunca discutiu qualquer tema sócio-científico nas suas aulas de ciências naturais. Em resultado desta situação, vários alunos reconhecem falta de esclarecimento acerca de questões controversas actuais divulgadas pelos meios de comunicação social e, como tal, apelam no sentido de um maior envolvimento das disciplinas de ciências naturais na discussão destes temas.

A quase totalidade dos alunos inquiridos identifica uma ou mais questões científicas e tecnológicas actuais marcadas pela controvérsia e por fortes discussões (80 alunos – 95,3%). Entre as questões referidas pelos alunos assumem especial relevo as relacionadas com: a) os avanços recentes na área da genética, nomeadamente, a clonagem, a engenharia genética e o “Projecto Genoma Humano”; b) o aborto; c) a produção e utilização de armas químicas, biológicas e nucleares; e d) a SIDA (Quadro 5). Tanto neste quadro como nos seguintes, as percentagens apresentadas dizem respeito a enunciados que não se excluem (cada aluno pode referir mais do que um aspecto). Por isso, o total das percentagens pode ser superior a 100%.

A especial incidência nestes temas não é surpreendente, pois todos eles já foram, ou são, actualmente abordados de forma recorrente pelos meios de comunicação social. Para além disso, a fase do estudo durante a qual foram aplicados os questionários coincidiu com: a) a exibição da telenovela *O Clone* e de uma variedade de programas televisivos sobre a temática da clonagem; e b) o

aparecimento do espectro da eventual utilização de armas de destruição maciça por grupos terroristas.

Quadro 5

Questões Sócio-Científicas identificadas pelos Alunos

Questões controversas	Nº de alunos	%
Clonagem	60	71,4
Aborto	17	20,2
Armas químicas, biológicas e nucleares	15	17,9
“Projecto Genoma Humano”	12	14,3
Engenharia genética	10	11,9
SIDA e doenças sexualmente transmissíveis	9	10,7
Avanços na área da genética (sem especificação)	8	9,5
Computadores e <i>Internet</i>	5	6,0
Eutanásia	4	4,8
Viagem a Marte e exploração de outros planetas	4	4,8
Alterações ambientais	4	4,8
Cancro	3	3,6
Co-incineração	2	2,4
Viagra	2	2,4
Energia nuclear (fusão e fissão)	2	2,4
Vida extraterrestre	1	1,2
Fertilização <i>in vitro</i>	1	1,2
Radiações emitidas pelos telemóveis	1	1,2
Fontes alternativas de energia	1	1,2

Contudo, apesar de identificarem diversas questões, vários dos alunos inquiridos (13 – 15,5%) reconhecem dificuldades em emitir um parecer sobre algumas questões sócio-científicas por falta de informação e, alguns, apelam mesmo no sentido de um papel mais activo da escola na discussão destas temáticas:

“Não tenho informação suficiente para poder fundamentar uma opinião.”
(Catarina C., Q1)

“Acho que devíamos ser mais informados sobre estas questões. As pessoas deviam ter mais cuidado com o que se passa à sua volta pois (...) as gerações seguintes é que vão sofrer com as nossas decisões.” (Bruno B., Q1)

“Penso que deveria haver mais palestras, debates e algo como isso pois as pessoas estão mal informadas a vários níveis, devendo estar a par destes assuntos. Aliás, nesta escola deveria haver mais palestras pois muitas das pessoas que a frequentam têm interesse sobre esses assuntos, tal como eu, principalmente os alunos de ciências sendo por isso viável este tipo de coisas, até trabalhos interdisciplinares.” (Joana F., Q1)

Este apelo é particularmente relevante em virtude do elevado número de alunos (64 – 76,2%) que afirma nunca ter abordado ou discutido qualquer questão sócio-científica nas suas aulas. Para estes alunos, a escola acaba por não constituir uma fonte de informação e de esclarecimento acerca destas questões, remetendo esse papel aos meios de comunicação social, em geral, e à família. Como se pode constatar pela análise do Quadro 6, a televisão é identificada pela maioria dos alunos inquiridos como a principal fonte de informação e de esclarecimento sobre as questões sócio-científicas. No entanto, a importância atribuída à televisão poderá ser ainda maior, atendendo aos alunos que fizeram referência aos meios de comunicação, em geral, ou aos especialistas e cientistas que geralmente vêem e ouvem através dos meios de comunicação social. O papel dos professores no esclarecimento dos alunos acerca destes temas, apesar de importante, equipara-se ao dos familiares.

Quadro 6

Fontes de esclarecimento sobre Questões Sócio-Científicas

Quem esclarece?	Nº de alunos	%
Televisão	45	53,6
Professores	37	44,1
Familiares	36	42,9
Jornais, livros e revistas	22	26,1
<i>Internet</i>	20	23,8
Comunicação social (em geral)	14	16,7
Amigos e colegas	12	14,3
Cientistas e especialistas	9	10,8

Existem, ainda, evidências de que a discussão de assuntos controversos nas aulas de ciências naturais dos alunos inquiridos, quando ocorreu, deverá ter tido uma duração bastante limitada e assumido um carácter esporádico e não planeado: os 20 alunos (23,8%) que afirmam terem discutido assuntos controversos relacionados com ciência e tecnologia nas suas aulas não são coincidentes na identificação dos temas abordados (a maioria dos quais são referidos apenas por um aluno), o que poderá indiciar a brevidade e o carácter pontual e marginal destas discussões (Quadro 7).

Quadro 7

Questões Sócio-Científicas discutidas nas Aulas

Questões controversas	Nº de alunos	%
Clonagem	10	11,9
Origem do Universo	3	3,6
SIDA	3	3,6
Aborto	2	2,4
Problemas ambientais	2	2,4
Evolução	2	2,4
Engenharia genética	1	1,2
Armas químicas, biológicas e nucleares	1	1,2
Origem da vida	1	1,2
Cancro	1	1,2
Computadores	1	1,2
Poluição radioactiva	1	1,2
Homossexualidade	1	1,2
Doenças infecto-contagiosas	1	1,2
Gravidez na adolescência	1	1,2

Apesar do reconhecimento de alguma falta de informação, quase todos os alunos (79 – 94,1%) expressaram a sua opinião relativamente a um assunto controverso, pelo menos. Na maioria dos casos, limitaram-se a manifestar a sua concordância ou discordância em relação a determinada questão sócio-científica, baseando-se numa argumentação muito breve e superficial. No entanto, a análise

do conjunto das opiniões permitiu detectar alguns aspectos interessantes, posteriormente aprofundados através da realização de entrevistas a determinados alunos, nomeadamente, acerca da forma como interpretam e reagem às referidas questões.

De acordo com a opinião de vários alunos, as controvérsias sócio-científicas encontram-se associadas a avanços científicos e tecnológicos recentes, extremamente complexos, dos quais se desconhece a totalidade do impacto na sociedade. Consideram que a polémica em torno destas inovações resulta do seu carácter inovador e complexo, da falta de informação da população e da disparidade de opiniões relativamente a eventuais efeitos colaterais adversos.

“Estas questões são polémicas porque têm aspectos positivos tais como negativos. (...) Muitos destes temas resultam do avanço científico e tecnológico muito grande que ocorreu nestes últimos anos e a maioria das pessoas não está preparada para aceitar este avanço.” (Raquel P., Q1)

“Eu penso que é natural que haja controvérsia, pois a tecnologia e a ciência normalmente mostram coisas novas e que por serem novas podem ser ou não bem aceites pelas pessoas em geral.” (João B., Q1)

“Acho que são áreas ainda demasiado novas e pouco exploradas tanto a nível de consequências na sociedade como nos objectos de estudo em si e por isso creio que sou contra.” (Rita M., Q1)

“São questões onde se encontram muitas perguntas e poucas respostas. Onde as respostas encontradas se tornam noutras perguntas. São questões onde nem os mais peritos por vezes se entendem devido à constante “luta” de arranjar respostas para as muitas perguntas.” (Joana L., Q1)

“Eu penso que as polémicas que envolvem este tipo de questões é devido à má informação das pessoas, isto é, as pessoas por vezes falam dos assuntos sem saberem bem do que se trata. Outra razão é porque as pessoas têm diferentes opiniões sobre os casos.” (Luís A., Q1)

Apesar de toda a controvérsia em torno de vários avanços científicos e tecnológicos, um número considerável de alunos (32 – 38,1%) não hesita em atribuir-lhes potencialidades e defender a sua utilização em circunstâncias concretas e mediante determinadas regras. Contudo, outros duvidam da viabilidade e da eficácia do controlo da investigação e confessam-se receosos de eventuais impactos negativos, nomeadamente, sobre o ambiente, a saúde pública e os valores

da sociedade, suscitados pela utilização indevida destas inovações. Esta situação é particularmente evidente nos comentários sobre as inovações na área da genética:

“[Relativamente à] descoberta do genoma eu sou a favor se for utilizada para a cura de doenças e não sou a favor quando ela for usada para a criação de uma raça humana pura.” (João A., Q1)

“Para mim a clonagem tem aspectos positivos na medida em que pode salvar vidas, uma vez que são criados órgãos novos compatíveis com a pessoa doente. Mas por outro lado, pode ser prejudicial uma vez que com este processo podem criar “novos Hitlers”. (Marta P., Q1)

“Eu acho que a evolução ao nível da genética e da clonagem pode ter muitos aspectos positivos pois pode trazer um grande desenvolvimento a nível de curas de doenças, tal como transplantes de órgãos. Mas é claro que tem o seu lado negativo, pois nunca se sabe até que ponto é que a mente humana pode ir e com que propósitos é que este desenvolvimento pode ser levado avante.” (Joana C., Q1)

O número considerável de opiniões apresentadas pelos alunos, sobre questões sócio-científicas na área da genética, permitiu construir uma ideia das suas concepções sobre a clonagem e o estudo e manipulação do genoma humano. A clonagem é entendida como uma inovação tecnológica com potencialidades na produção de células, tecidos e órgãos utilizáveis em transplantes. Contudo, para a maior parte dos alunos, as questões éticas associadas à eventual aplicação desta técnica na clonagem de seres humanos suscitam: a) reacções fortes contra a clonagem, em geral, e a clonagem humana, em particular; ou b) reacções menos intransigentes no sentido da restrição da clonagem para fins terapêuticos (Figura 4).

De forma semelhante, o conhecimento crescente do genoma humano e as técnicas de modificação de material genético provocam, simultaneamente, esperança e temor: esperança na eventual cura de doenças de origem genética e temor de uma hipotética manipulação abusiva do genoma humano por pessoas pouco escrupulosas e com objectivos pouco claros (Figura 5). A maioria das opiniões dos alunos acerca dos novos avanços na área da genética é marcada por esta dualidade de sentimentos: a esperança nos seus benefícios inegáveis e o receio de impactos negativos a vários níveis.

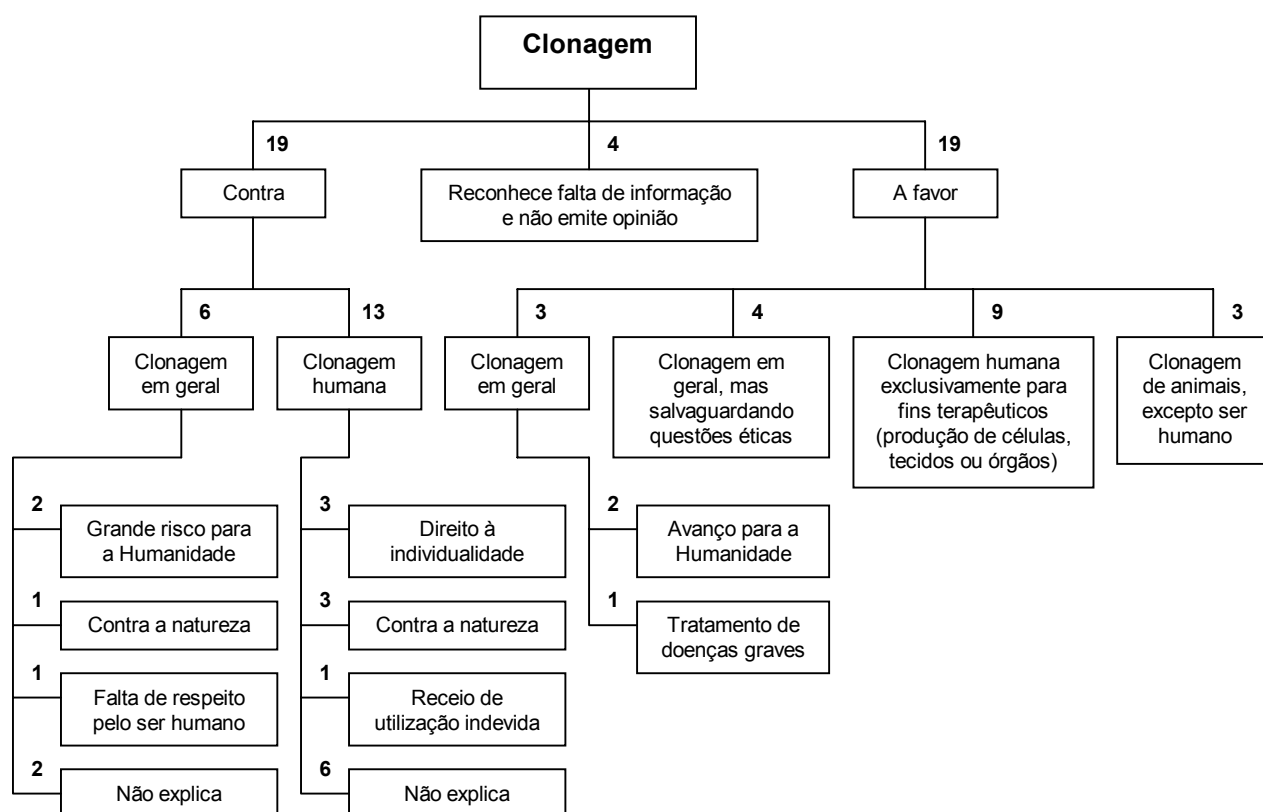


Figura 3 – *Concepções dos Alunos sobre a Clonagem*
(Nota: Os números correspondem à frequência absoluta de cada opinião)

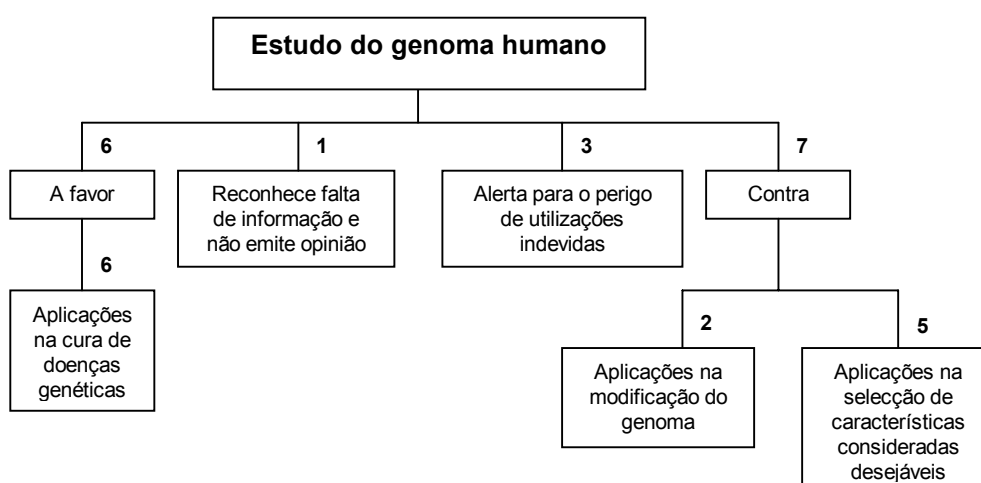


Figura 4 – *Concepções dos Alunos sobre o Estudo do Genoma Humano*
(Nota: Os números correspondem à frequência absoluta de cada opinião)

Atendendo ao que foi referido, constata-se algumas evidências de impactos das questões sócio-científicas divulgadas pelos meios de comunicação social nas concepções dos alunos inquiridos, nomeadamente, na construção de uma ideia de ciência e de tecnologia como empreendimentos humanos, influenciados pelos valores da sociedade e marcados pela incerteza e pela controvérsia quanto aos seus efeitos. Especialmente as controvérsias recentes, em torno dos avanços na área da genética, parecem ter contribuído para o reforço da dualidade de sentimentos relativamente à ciência e à tecnologia: a esperança nos benefícios evidentes e o temor de efeitos colaterais adversos.

Simultaneamente, verifica-se que estas mesmas questões sócio-científicas têm tido um impacto reduzido nas aulas de ciências naturais dos alunos envolvidos neste estudo: muito pouco tempo tem sido dedicado à discussão e ao esclarecimento das dúvidas dos alunos sobre esses assuntos controversos. Logo, a informação dos alunos acerca destes temas provém essencialmente da televisão, em detrimento da Escola. Em virtude desta situação, vários alunos apelam a um maior envolvimento das disciplinas de ciências naturais na discussão das múltiplas facetas destas questões complexas.

Análise das Histórias de Ficção Científica

As histórias de ficção científica constituíram uma fonte suplementar de evidências das concepções dos alunos acerca dos empreendimentos científico e tecnológico. No entanto, convém realçar que estas histórias não constituem um retrato fiel das concepções dos alunos. Provavelmente, reflectem uma combinação intrincada de diversos elementos como, por exemplo: a) concepções e sentimentos acerca da ciência e da tecnologia; b) valores pessoais; c) imagens provenientes de programas de televisão, filmes e livros de ficção científica; e d) aspectos que os alunos identificam como parte integrante de uma boa história de ficção científica. Logo, a análise dos enredos destas histórias não proporcionou um retrato das concepções dos alunos, permitindo apenas identificar indícios de eventuais

concepções acerca do empreendimento científico, passíveis de clarificação, aprofundamento e discussão através de entrevista. As várias histórias incluíram elementos indiciadores de concepções sobre: a) os conceitos de ciência e tecnologia; b) as interações entre ciência, tecnologia e sociedade; e c) as características dos cientistas e da sua actividade.

Características Gerais das Histórias de Ficção Científica

De um total de 86 alunos pertencentes às cinco turmas participantes, 41 (47,7%) escreveram histórias em conformidade com as instruções apresentadas e cuja dimensão variou entre uma e quinze páginas A₄, tendo a maioria optado por duas páginas. Os restantes alunos não fizeram o trabalho de casa (43 – 50,0%) ou construíram histórias bastante desfasadas das instruções iniciais (2 – 2,3%). Das 41 histórias produzidas, 22 foram escritas por raparigas e 19 por rapazes.

Conforme se pode constatar pela análise da Figura 6, os enredos centraram-se, maioritariamente, em temas de genética e de medicina, com especial incidência: a) na clonagem associada à engenharia genética; b) na investigação de curas para doenças, como a SIDA ou o cancro; c) na produção de tecidos ou de órgãos para transplantes; e d) na fertilização *in vitro*. Outros temas preferidos pelos alunos relacionaram-se com o espaço (queda de meteoros, viagens espaciais e extraterrestres), a investigação de problemas ambientais associados a várias formas de poluição e as tendências evolutivas da espécie humana. As acções decorrem, principalmente, na actualidade ou no futuro. A incidência em temas de medicina e Biologia não é surpreendente pois, para além do estudo ter sido efectuado no âmbito da disciplina de Ciências da Terra e da Vida, estes temas são utilizados recorrentemente no cinema, na televisão e nos jornais, em virtude do seu teor controverso e das imagens visuais fortes que proporcionam.

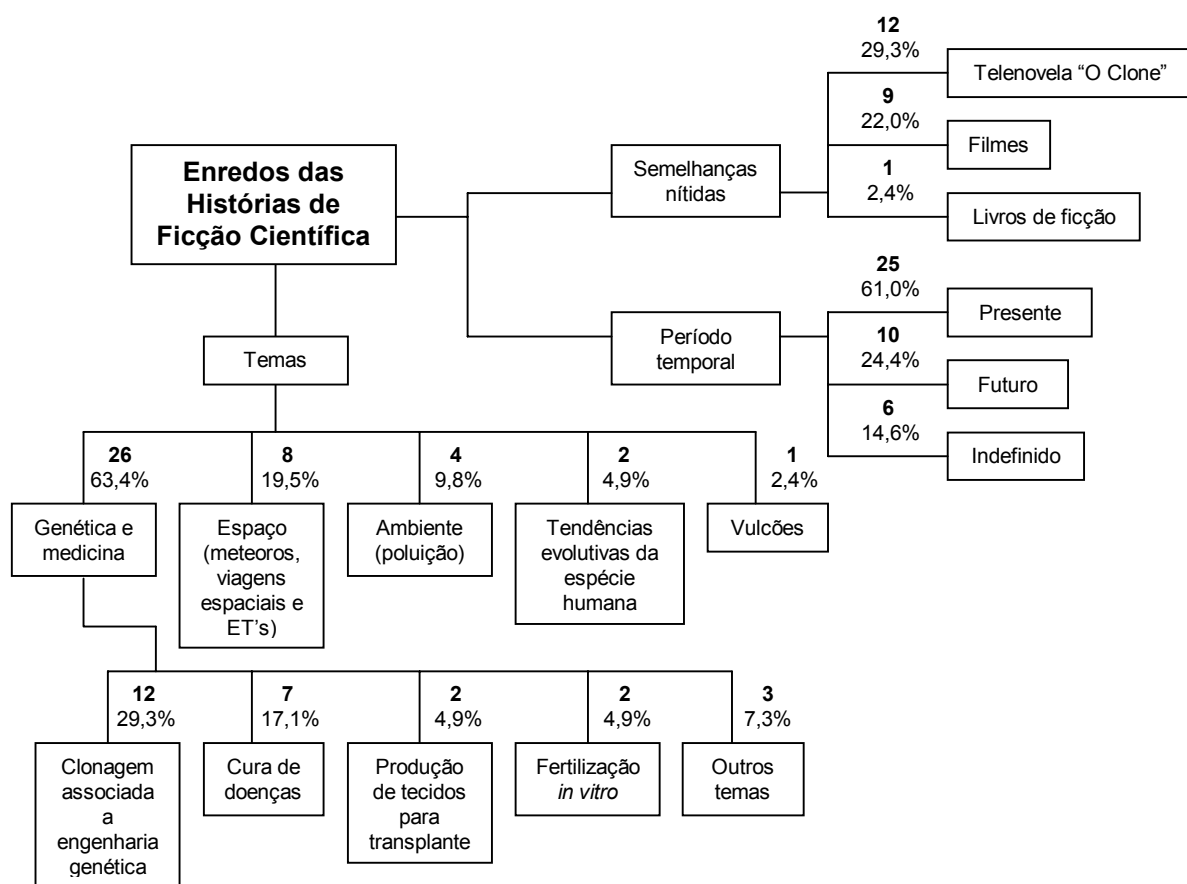


Figura 5 – Caracterização dos Enredos das Histórias de Ficção Científica

(Nota: Os números correspondem à frequência absoluta e à percentagem de cada classe)

Os enredos de várias histórias apresentam semelhanças nítidas com: a) a telenovela brasileira *O Clone*, em exibição durante o período de redacção das histórias; b) filmes exibidos recentemente na televisão e no cinema; e c) um livro de ficção de uma colecção juvenil portuguesa (Figura 6). Várias histórias sobre clonagem e engenharia genética integram elementos dos enredos da telenovela *O Clone* e de vários filmes, nomeadamente, determinadas considerações morais e éticas e algumas ideias erradas. As ideias erradas mais generalizadas destacam: a) a selecção genética de características humanas com uma componente ambiental considerável, como é o caso da inteligência, da agressividade, da robustez física e da bondade; e b) a utilização da clonagem para “ressuscitar” ditadores ou produzir seres humanos com características físicas e psicológicas idênticas. Em muitas

histórias também é nítida a incorporação de conhecimentos construídos nas aulas de Ciências da Terra e da Vida, dos 10º e 11º anos (18 trabalhos – 43,9%), nomeadamente os que dizem respeito a hereditariedade, clonagem, engenharia genética, desenvolvimento embrionário, desenvolvimento de cancro, propagação e acção do vírus da SIDA, fotossíntese e respiração celular.

As ideias acerca da ciência e dos cientistas apresentadas nas histórias de ficção científica são maioritariamente positivas (28 trabalhos – 68,3%). De acordo com estes trabalhos, as finalidades da ciência são essencialmente instrumentais e humanitárias (salvar a Humanidade, encontrar curas para doenças, desenvolver maquinaria sofisticada...). Algumas investigações têm revelado que esta noção é particularmente forte nos alunos (Aikenhead, 1987; Driver, Leach, Millar e Scott, 1996). Contudo, as ideias acerca da ciência introduzidas num número significativo de histórias (13 trabalhos – 31,7%) são bastante negativas. Nestes trabalhos, as finalidades da ciência são essencialmente individualistas (obter dinheiro, fama e glória a qualquer custo) ou mesmo destrutivas (matar inimigos, fazer testes nucleares...), suscitando sérias questões morais e éticas e acabando, frequentemente, em epidemias, guerras e na eliminação de grande parte da Humanidade.

Relações entre Ciência e Tecnologia

De acordo com as histórias analisadas, a ciência é um empreendimento marcado por dificuldades, obstáculos, fracassos e erros, exigindo persistência para ser bem sucedido. A persistência, como se verá mais adiante, é uma característica que muitos alunos consideram indispensável aos profissionais da ciência.

“Estava tudo a correr demasiado bem, sem dificuldades, sem obstáculos. Não houvera ainda nenhum falhanço. Mas a ciência é feita de falhanços, de erros que têm de ser corrigidos indefinidamente. (...) Mas ainda faltava muito para o fim do projecto...” (Joana G., “A Criação”)

A ciência encontra-se associada à produção de medicamentos, tecidos ou órgãos para transplante, bem como à construção de novos conhecimentos ou de

maquinaria diversa. É realizada, principalmente, em laboratório ou no terreno, podendo, neste último caso, envolver viagens a zonas distantes: floresta Amazónica, ilhas no Pacífico ou planetas distantes. A ciência recorre, fundamentalmente, à investigação, à experimentação e à invenção.

Muitas histórias evidenciam alguma dificuldade dos alunos em distinguirem a ciência da tecnologia, o que está de acordo com outros estudos sobre esta temática (Aikenhead, 1987; Fleming, 1987; Ryan e Aikenhead, 1992; Vázquez e Manassero, 1997). A grande maioria das histórias faz referência a empreendimentos científicos destinados a resolver problemas da Humanidade ou a produzir substâncias e maquinaria de grande utilidade para a população (28 trabalhos – 68,3%). Apenas uma pequena parte refere investigações científicas de base ou fundamentais (13 trabalhos – 31,7%).

Vários cientistas são apresentados como engenheiros e/ou inventores que trabalham na criação de novos combustíveis, na construção de máquinas de viajar no tempo ou na construção de naves espaciais. Conforme acontece na sociedade actual, vários dos cientistas descritos trabalham para a indústria, nomeadamente a indústria farmacêutica e energética, sendo alguns dos seus objectivos a criação de máquinas ou substâncias passíveis de melhorar as condições de vida da população, ser alvo de patentes e representar uma fonte de grandes lucros. O objectivo do cientista é, cada vez menos, a publicação e a divulgação das suas descobertas à comunidade científica e, cada vez mais, a obtenção de patentes, com a consequente obtenção de lucros para si próprio e para a indústria onde trabalham.

“Basta-nos criar um motor ou um gerador de alguma espécie que, tal como as plantas, utilize o dióxido de carbono e a água como “combustíveis”, espalhar o tal engenho por todo o tipo de aplicações, e salvamos o mundo e ainda ganhamos o Nobel por inventar uma energia renovável e sem grandes custos.(...) E adivinhe quem patenteava e registava o gerador, reservando assim para si uma grande fatia dos lucros obtidos pela utilização do engenho?” (João, “A Invenção”)

De acordo com Fleming (1989), existe uma tendência para se identificar a ciência e a tecnologia como um mesmo empreendimento da Humanidade, talvez devida à má compreensão da interdependência entre ambas. Logo, as histórias

elaboradas pelos alunos parecem reflectir uma mudança de orientação nas relações entre ciência e tecnologia, perceptível desde a segunda metade do século XX e resultante de uma crescente exigência de compatibilidade entre a investigação científica e as finalidades tecnológicas. A ciência parece estar cada vez mais ao serviço da tecnologia (Acevedo, 1998).

As Interacções entre Ciência, Tecnologia e Sociedade

As interacções entre a ciência, a tecnologia e a sociedade (CTS) implícitas nas histórias de ficção científica situam-se mais no sentido da influência da ciência e da tecnologia sobre a sociedade do que o contrário. Todas as histórias fazem referência a influências da ciência e da tecnologia sobre a sociedade; 28 histórias (68,3%) referem algum tipo de influência da sociedade sobre as actividades científica e tecnológica.

As influências da ciência e da tecnologia sobre a sociedade, referidas pelos alunos, são tanto positivas como negativas (Figura 7). Geralmente, as influências positivas relacionam-se com a diminuição do sofrimento e a melhoria das condições de vida da Humanidade, através da descoberta de curas para doenças, da resolução de problemas ambientais e da invenção de maquinaria sofisticada:

“Finalmente era possível anunciar a todo o Mundo uma boa notícia, após todos aqueles anos, tínhamos finalmente vencido o vírus, e livrado a Raça Humana da sua maior praga.” (João A., “O Vírus X-38”)

“Com esta invenção, o caricato grupo de cientistas lisbonenses mudou o mundo, inventando uma maneira de aproveitar o dióxido de carbono existente em excesso na atmosfera, salvando assim o mundo do efeito de estufa.” (João, “A Invenção”)

As influências negativas apresentadas pelos alunos associam-se a efeitos secundários indesejáveis e, por vezes, catastróficos, resultantes de determinados tratamentos médicos ou da actividade científica de “loucos” ou de investigadores sem escrúpulos que procuram o conhecimento, a fama e o lucro sem olhar a meios (Figura 7). Muitas das histórias que relatam efeitos negativos da ciência e da

tecnologia centram-se nos temas da clonagem e da engenharia genética (7 trabalhos – 17,1%) e incorporam cenários catastróficos apresentados por vários filmes exibidos nas salas de cinema e na televisão, bem como por artigos publicados em revistas sensacionalistas. Contudo, os efeitos negativos só surgem quando os cientistas revelam incompetência (não conseguindo controlar todas as variáveis) ou algum déficit moral e ético, indiciando a concepção de que um cientista competente consegue antever e evitar todos os eventuais efeitos secundários negativos resultantes do seu trabalho, denotando uma estranha forma de hiper-lucidez.

“A ambição de um dos cientistas fez com que este quisesse testar a fórmula em seres humanos, sem ter passado tempo necessário para observar os efeitos secundários e sem ter a autorização do Estado para tal. A sua obsessão fez com que este testasse a fórmula em si próprio, sendo bem sucedido e ficando em observação no laboratório.” (Joana C., “O Homem Invisível”)

“O homem respondeu-lhe que não estavam no planeta Zionx mas sim que estavam no planeta Terra, e que o planeta estava assim graças à cobiça do ser humano, naquele planeta tinham sido capazes de clonar seres humanos e que essa descoberta tinha sido feita sem controlo e sempre de uma forma muito rápida o que levou à destruição do planeta, pois o Homem criou autênticas máquinas de guerra, que foram capazes de destruir o mundo em apenas seis meses. (...) Os cientistas (...) não foram capazes de agir correctamente, ou seja, para além de utilizarem a clonagem para fins de tratar doenças que até aí eram consideradas como incuráveis, eles utilizaram também essa descoberta como forma de ganhar dinheiro, clonando tudo o que lhes pediam por certa quantia muito elevada. Essa tal cobiça fez com que se clonassem grandes líderes como o Hitler e Mussolini que surgiram e se uniram como uma grande união contra a Humanidade e isso causou o descontrolo tanto na área científica como na área militar causando o caos total.” (Pedro S., “Viagem Espacial”)

“Certos cientistas dotados certamente de pouca ou nenhuma ética, hipnotizados pela fama e prestígio que podiam obter na comunidade científica, criavam autênticos mutantes (...). Porém (...) os mutantes começaram a desenvolver doenças gravíssimas e contagiosas ao ser humano.” (Rita A., “Progresso Científico”)

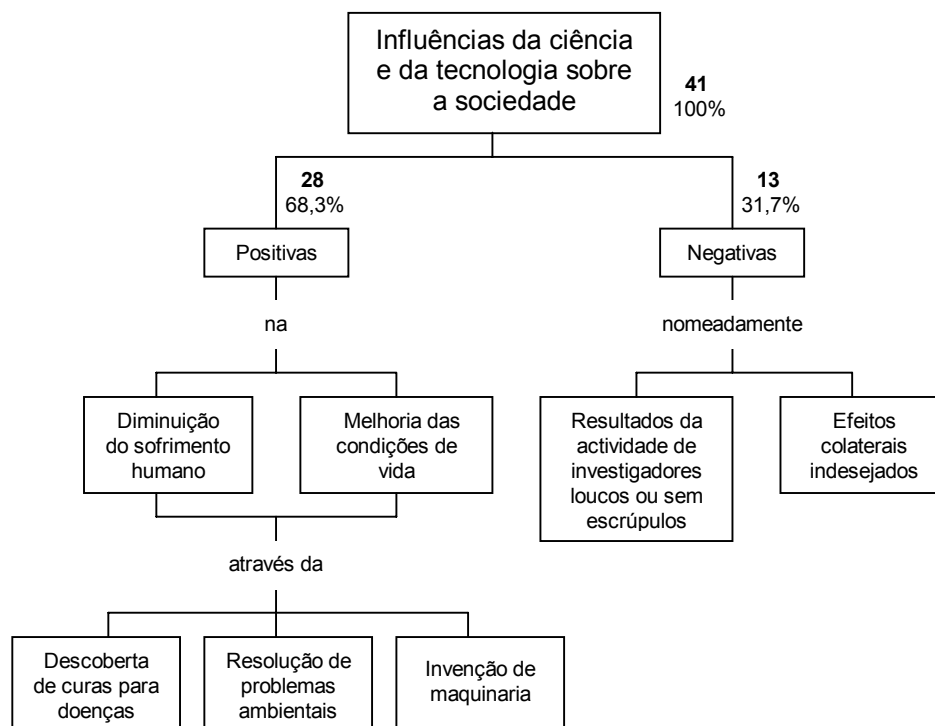


Figura 6 – *Influências da Ciência e da Tecnologia sobre a Sociedade*

(Nota: Os números correspondem à frequência absoluta e à percentagem de cada classe)

Estas mesmas histórias, e várias outras, referem também outra dimensão das interações CTS, ou seja, as influências da sociedade sobre a ciência e a tecnologia. As influências descritas ocorrem a diversos níveis (Figura 8). A mais referida diz respeito à influência das necessidades humanas (por exemplo, a necessidade de encontrar a cura para determinada doença) como estímulo da investigação em determinadas áreas da ciência e da tecnologia. Contudo, também são descritos outros tipos de influência social, nomeadamente, o papel extremamente importante dos valores individuais e da sociedade em geral na definição dos tipos de investigação e de aplicação científica e tecnológica considerados úteis e lícitos. Assim, algumas histórias incluem considerações acerca da influência da ambição e da falta de escrúpulos de algumas pessoas ou instituições na utilização abusiva (por exemplo, para fins militares) das descobertas científicas e tecnológicas. Noutros enredos, são os próprios cientistas que, preocupados com eventuais efeitos negativos ou utilizações abusivas das suas

descobertas, chegam ao ponto de as destruir. Várias histórias referem também a influência dos valores dos cientistas e da sociedade em alguns aspectos da investigação científica, como a utilização de animais e de “cobaia humanas” em investigação.

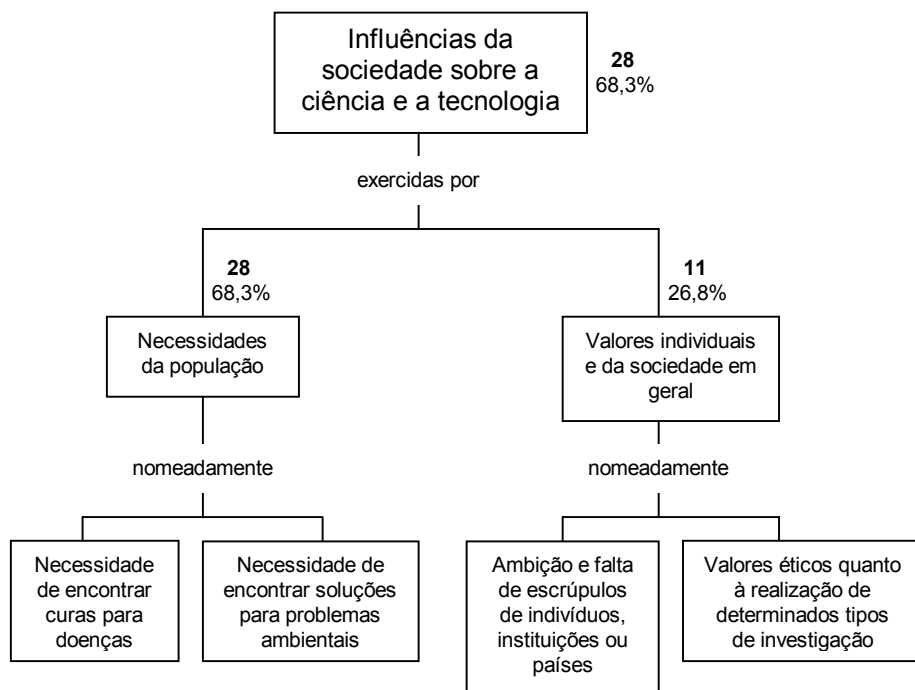


Figura 7 – *Influências da Sociedade sobre a Ciência e Tecnologia*

(Nota: Os números correspondem à frequência absoluta e à percentagem de cada classe)

Geralmente, as considerações morais e éticas são acompanhadas de alusões à importância do papel desempenhado pelo Estado ou por determinados grupos de cidadãos (associações profissionais ou de defesa dos direitos animais) no controlo da investigação científica e tecnológica. Várias histórias parecem indiciar o apoio dos seus autores a um controlo estatal da actividade científica que garanta a correcção de linhas de acção; parece que os cientistas nem sempre são considerados como as pessoas mais indicadas para decidirem o que deve, ou não, ser objecto de investigação. No entanto, algumas histórias (3 trabalhos – 7,3%) admitem a possibilidade de se realizarem investigações bastante controversas

desde que se disponha do financiamento necessário (eventualmente, disponibilizado pelo Estado) e se possa trabalhar em segredo (“fora do controlo da sociedade”) em laboratórios isolados.

“O Estado, ou os estados de cada país tiveram de impor importantes e dogmáticas leis no domínio da ciência, especialmente relativas à clonagem.”
(Rita A., “Progresso Científico”)

“Entretanto, Bruno injectava parte das células no olho de um coelho manipulado geneticamente para desenvolver SCID (Imunodeficiência Combinada Severa), pensando que se diferenciariam em células do mesmo tipo, passando a fazer parte de um olho. No entanto, não houve resultados positivos, pois as células criaram um tumor e nada mais, além de que isto levantou fortes protestos por parte dos activistas de direitos dos animais.”
(Marta A., história sem título)

“Após efectuarem o projecto, apresentaram-no ao Estado tendo em vista o financiamento, que lhes foi concedido, mas foi também decidido que se devia manter secreto, pois poderia levantar problemas morais e éticos que vão contra os princípios de muitos cidadãos.” (Joana C., “O Homem Invisível”)

Algumas histórias chegam ao ponto de questionar a idoneidade do Estado como elemento controlador da actividade científica, apresentando-o como financiador de investigações controversas, contrárias aos valores éticos e morais de muitos cidadãos: uma ideia por vezes veiculada em filmes ou séries de ficção científica exibidos pela televisão portuguesa (por exemplo, *Ficheiros Secretos*).

Constata-se, assim, que os alunos participantes nesta investigação admitem outras formas de influência social sobre o trabalho dos cientistas, para além da pressão no sentido de encontrarem soluções para problemas da Humanidade. Contrariando resultados doutros estudos (Acevedo, 1992; Aikenhead, 1987; Zoller, Donn, Wild e Beckett, 1991), parecem reconhecer a influência de dimensões subjectivas (valores morais e características individuais) na produção do conhecimento científico e tecnológico. Alguns alunos consideram, ainda, outras influências mais subtis como, por exemplo, o poder relativo dos países (económico, técnico, decisório), o que remete alguns países para um papel de total submissão e impotência relativamente às opções científicas e tecnológicas de países mais fortes (independentemente das suas potenciais consequências adversas). Nitidamente, Portugal surge como um país sem grande capacidade real de decisão.

Provavelmente, por influência de alguns acontecimentos da última década, os Estados Unidos são, por vezes, descritos como um país com o poder, a capacidade e a vontade para decidir e actuar unilateralmente, independentemente das consequências para a Humanidade.

Características Pessoais dos Cientistas e do seu Trabalho

A análise dos diferentes enredos permitiu identificar indícios das possíveis concepções dos alunos acerca das características dos cientistas (Figura 9). A maioria dos cientistas descritos pertence ao sexo masculino, à semelhança do sucedido em várias investigações anteriores (Fort e Varney, 1989; Matthews e Davies, 1999; Mead e Métraux, 1957), e tem idade indeterminada. Do conjunto das histórias analisadas: a) vinte e seis descrevem apenas cientistas do sexo masculino, metade das quais escritas por raparigas; b) seis referem grupos de homens e mulheres; c) oito não especificam o género dos cientistas; e d) apenas uma faz referência a um único cientista do sexo feminino (escrita por uma rapariga).

A predominância de cientistas do sexo masculino não é de estranhar. Conforme já foi referido neste trabalho, os meios de comunicação social e a escola contribuem activamente para o enraizamento deste estereótipo (Aikenhead, 1988; Matthews e Davies, 1999). Tanto os filmes e os livros de ficção científica, como os currículos e os manuais de ciências naturais, raramente referem cientistas do sexo feminino. Por outro lado, o papel socialmente atribuído aos homens e às mulheres também poderá reforçar este estereótipo: apenas os homens têm disponibilidade para uma dedicação total ao “árduo empreendimento científico”; as mulheres dificilmente conseguem esse tipo de disponibilidade em virtude das suas múltiplas ocupações (como mães, esposas, donas de casa, etc.). Frequentemente, os próprios *media* reforçam esta representação social, apresentando os galardoados com o Prémio Nobel de formas diferenciadas, consoante o seu sexo: os homens são fotografados no seu laboratório ou à frente de quadros cobertos de fórmulas complicadas; as mulheres são apresentadas como super-mulheres que conseguem conciliar a actividade científica com o seu papel de mães e esposas (Nelkin, 1995a).

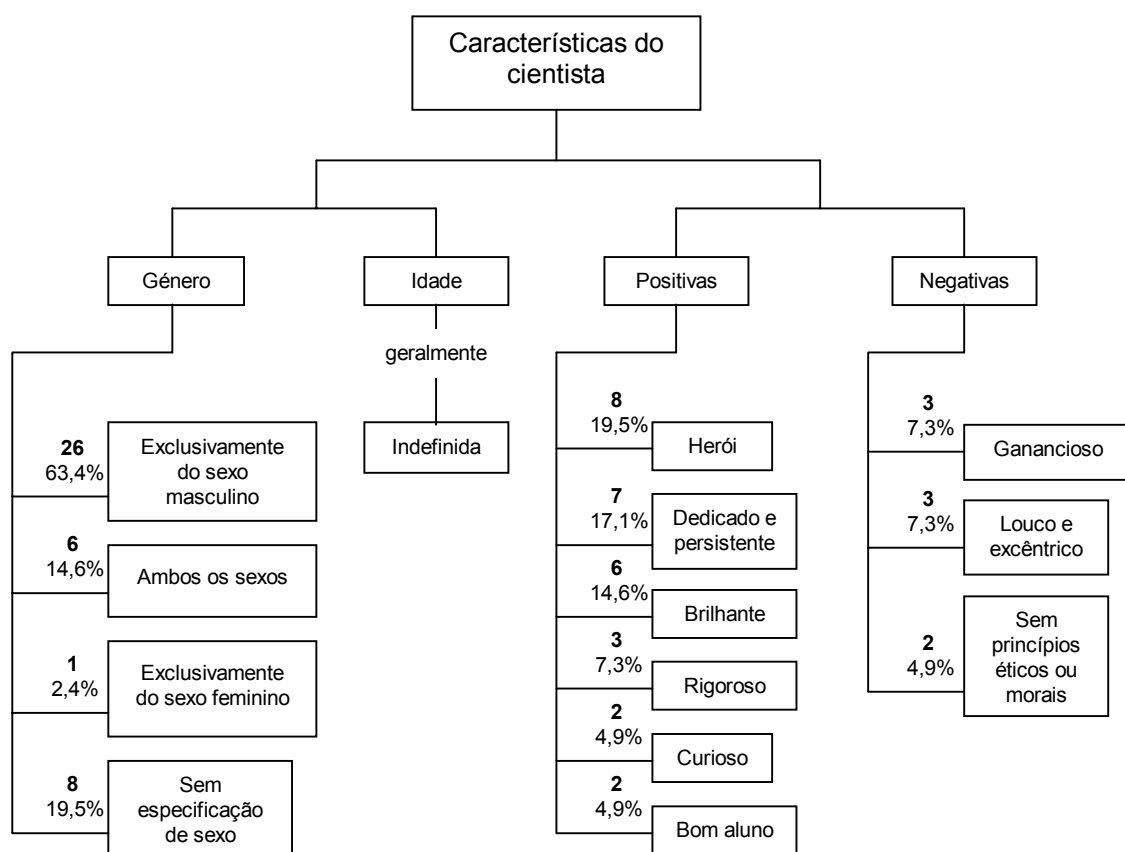


Figura 8 – *Características Pessoais atribuídas aos Cientistas*

(Nota: Os números correspondem à frequência absoluta e à percentagem de cada classe)

Apareceram poucas menções relativamente à idade dos cientistas, surgindo apenas uma referência ao estereótipo de cientista velho (que, no entanto, integra uma equipa com colegas bastante mais novos) e cinco referências a cientistas bastante jovens (estagiários ou recém-licenciados). Várias histórias apresentam o cientista como um herói, extremamente corajoso e valente, que chega a colocar a sua vida em risco para bem da Humanidade. A sua persistência e dedicação à investigação científica são muito grandes, traduzindo-se em longas horas de trabalho, ao longo de anos, e numa alimentação muito escassa e desregrada. Por vezes, esta dedicação extrema leva-o a ignorar a família:

“A sua experiência, à qual dedicara toda a sua vida, tinha finalmente dado certo, e isso era razão para festejar. (...) João chegou a casa radiante. Mas ao entrar em casa, reparou que esta estava vazia. A sua mulher e os seus

filhos tinham abandonado o seu lar, e João apercebera-se disso assim que leu o bilhete que sua mulher lhe deixara: «Desculpa, mas não dá mais para viver desta maneira. Parece que o teu trabalho é mais importante do que nós. Adeus.»” (Diogo, “A Cura”)

“(…) De tal modo obcecado, deixei a minha família e parti passado um mês. (…) O mundo girava em torno dos vulcões e nada era mais importante do que descobrir mais e mais.” (Ana M., “O Vulcão”)

Não é surpreendente que as histórias de dedicação extrema e obsessiva se centrem em cientistas do sexo masculino. Socialmente, tende-se a perdoar este tipo de comportamento nos homens. No entanto, não seria socialmente aceitável que as mulheres ignorassem, por completo, os seus filhos e o seu marido, em consequência de se encontrarem absorvidas pela actividade científica.

Constata-se, também, que, na perspectiva dos alunos, a persistência dos cientistas se reduz a alguns meses ou anos (no máximo, dois) e nunca se prolonga durante décadas, o que é compreensível atendendo à idade dos alunos e ao facto de se encontrarem familiarizados com tarefas de duração limitada. As histórias indiciam, também, a concepção (bastante irrealista) de que a dedicação, a persistência e o esforço dos cientistas competentes e íntegros são sempre recompensados com o sucesso. Nenhum relato de insucesso ou de catástrofe descrito pelos alunos envolve cientistas com estas características. Este facto não é surpreendente pois a ciência apresentada na escola refere apenas cientistas competentes, dedicados e persistentes que foram bem sucedidos.

Frequentemente, o cientista é descrito como uma pessoa brilhante, um “iluminado”, com grandes capacidades intelectuais, que se destaca pelo rigor, pela curiosidade e pelo bom desempenho académico desde jovem.

“Todo o Mundo ficou aliviado e eternamente grato a estes verdadeiros heróis! Felizmente tudo acabou bem devido ao enorme coração destes cientistas. Finalmente pode-se viver novamente em descanso e normalmente.” (Nuno R., “Epidemia”)

“Toda a excitação de fazer parte dum grupo de iluminados, que como eu lutavam afincadamente para a descoberta da cura daquela maldita doença, provocava-me terríveis insónias.” (João A., “O Vírus X-38”)

No entanto, em algumas histórias, o cientista é ganancioso ou um pouco louco e excêntrico, o que o leva a desrespeitar a ética e a moral. As descrições com recurso à imagem estereotipada do cientista louco baseiam-se nas personagens apresentadas em filmes, séries de televisão ou livros. Por exemplo, numa das histórias envolvendo um cientista louco é notória a presença de elementos do enredo da obra *Dr. Jekyll e Mr. Hyde*, da autoria de Louis Stevenson. Contudo, ao contrário de outros estudos (Aikenhead, 1988; Fort e Varney, 1989), as descrições deste tipo foram pouco frequentes e a influência do livro de Stevenson pouco relevante.

De acordo com o conjunto das histórias, são várias as motivações dos cientistas (Figura 10).

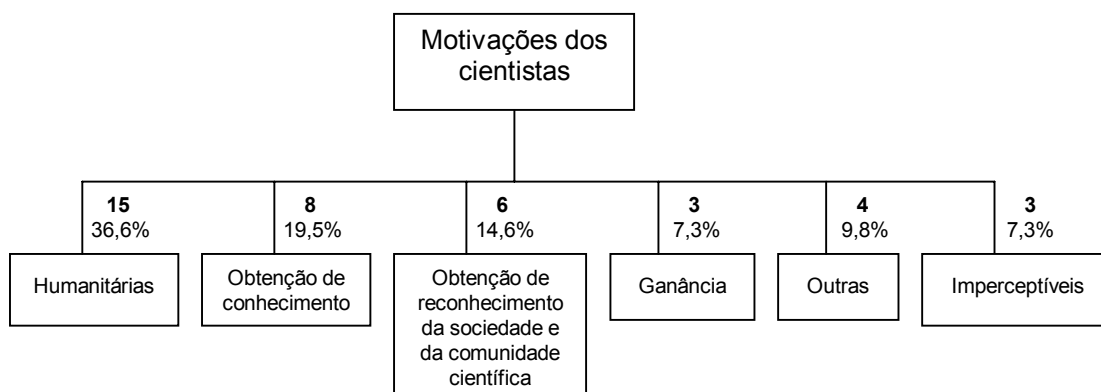


Figura 9 – *Motivações para a Actividade dos Cientistas*

(Nota: Os números correspondem à frequência absoluta e à percentagem de cada classe)

A motivação mais referida é de carácter humanitário: visa diminuir o sofrimento, ajudar o próximo, salvar familiares ou amigos, salvar a Humanidade ou resolver problemas ambientais. Para os seus autores, a realização pessoal parece alcançar-se através do bem-estar da sociedade. Outros alunos referem motivações distintas: o desenvolvimento do conhecimento científico, a obtenção de reconhecimento pela sociedade e pela comunidade científica, a ganância e o desejo de criar um ser perfeito, vencer uma guerra ou clonar um familiar falecido.

“— Hans, escuta-me. A ideia não é criar um coração para o Michael, mas sim criar a possibilidade, para qualquer pessoa que necessite de um transplante, de ter à sua disposição um órgão que não é passível de rejeição pelo próprio organismo! (...) Sabes tão bem como eu que isto é o futuro. Não pode estar assim tão fora do alcance humano a possibilidade de conseguir dar a alguém uma vida melhor. (...) É só isso que eu pretendo, nada mais.” (Joana G., “A Criação”)

“Cientistas responsáveis pelo projecto que levou à completa regeneração dos membros inferiores de um homem vítima de um acidente de viação, aos famosos “megalegumes” que solucionaram o problema da fome a nível mundial, criadores do programa Viver que aumentou a esperança média de vida em 20 anos e de tantas outras descobertas... Desde sempre empenhados em procurar responder às necessidades do seu mundo (...).” (Rita M., “Fonte do Conhecimento”)

Muitas das características pessoais atribuídas aos protagonistas das histórias de ficção científica analisadas neste estudo têm sido detectadas em várias investigações envolvendo alunos (Acevedo, 1992, 1993; Chambers, 1983; Matthews, 1994). Frequentemente, os cientistas são descritos como pessoas inteligentes, rigorosas, persistentes e dedicadas ao trabalho que envolve, essencialmente, experiências em laboratórios.

As histórias revelam, também, vários indícios do que poderão ser as concepções dos alunos acerca da actividade dos cientistas, nomeadamente no que respeita aos métodos, equipa e local de trabalho. Geralmente, os enredos descrevem a ciência como um processo que recorre, fundamentalmente, à investigação, à experimentação e à invenção. Algumas das investigações descritas evidenciam uma concepção experimental-indutiva da actividade científica, retratando-a como um processo faseado envolvendo (1) a observação e a recolha de dados, (2) a formulação de uma hipótese explicativa do fenómeno em questão e (3) a sua testagem laboratorial em cobaias, eventualmente humanas, de forma a avaliar a sua “veracidade”. Por vezes, as histórias indiciam uma interpretação ingénua das teorias científicas, considerando-as emergentes por “descoberta simples” através da observação directa dos fenómenos naturais (3 – 7,3%). Outros trabalhos apresentam uma ideia bastante elaborada da ciência que congrega: a) uma variedade de actividades como, por exemplo, pesquisa bibliográfica, observação, experimentação, intercâmbio e discussão de ideias; b) fracassos e

sucessos; c) diversos agentes, nomeadamente cientistas de várias nacionalidades e áreas disciplinares; e d) uma determinada realidade sócio-cultural que influencia e é influenciada pela actividade científica (4 trabalhos – 9,8%).

Os cientistas descritos trabalham, principalmente, em laboratório, no terreno ou noutro planeta/espço (Figura 11). O trabalho em laboratório envolve a realização de experiências em animais e a utilização de maquinaria sofisticada (ecografia, incubadora...), de preparações e culturas de células, de material de vidro (provetas, tubos de ensaio, frascos...) e de microscópios. As investigações mais controversas ou perigosas decorrem em laboratórios secretos e isolados, sendo o isolamento uma condição essencial à ocultação dos trabalhos ali realizados.

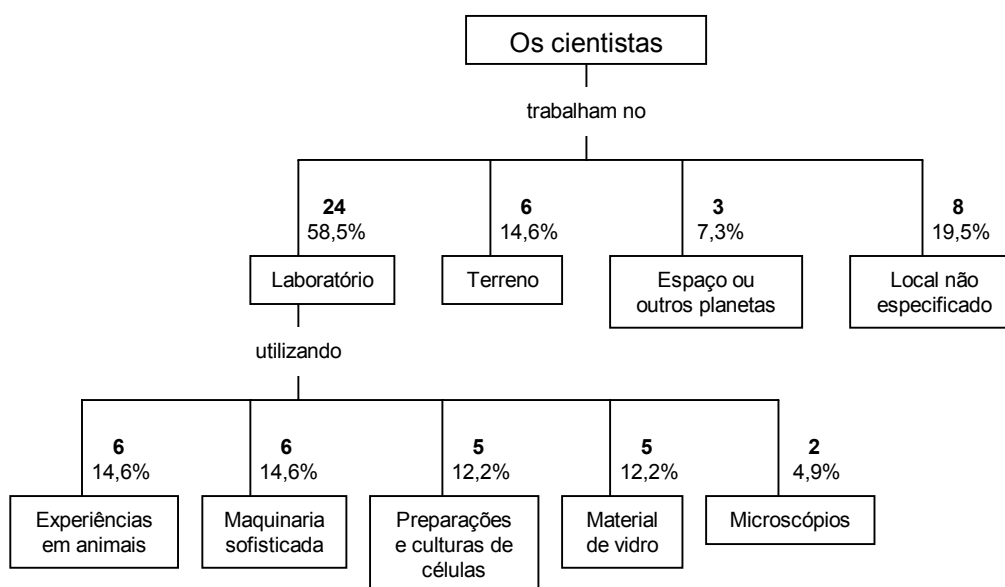


Figura 10 – *Local e Materiais de Trabalho dos Cientistas*

(Nota: Os números correspondem à frequência absoluta e à percentagem de cada classe)

Apesar de ter sido solicitada aos alunos a redacção de uma “história de ficção científica acerca do trabalho de um grupo de cientistas”, um número considerável de trabalhos acabou por recorrer à ideia estereotipada da ciência como ocupação solitária, onde as grandes descobertas são efectuadas pelo

trabalho individual de grandes cientistas (Figura 12). Várias investigações têm revelado que esta ideia é comum entre os alunos (Fort e Varney, 1989; Matthews e Davies, 1999; Mead e Métraux, 1957). A visão estereotipada do cientista isolado, imerso no seu trabalho secreto de laboratório, continua a ser veiculada pelos meios de comunicação social. A título de exemplo, refira-se a telenovela brasileira *O Clone*, exibida pela televisão portuguesa, na qual um único cientista produz um clone sem que ninguém tenha conhecimento de tal facto (nem colegas de trabalho, nem família, nem mesmo a hospedeira do bebé) e acaba atormentado pelas eventuais consequências da sua experiência. A escola também reforça esta concepção, denominando as teorias e as leis pelos nomes de um único cientista (por exemplo: Teorias de Lamarck, Teoria de Darwin, Leis de Mendel) e ignorando a importância do trabalho de equipa na construção do conhecimento científico.

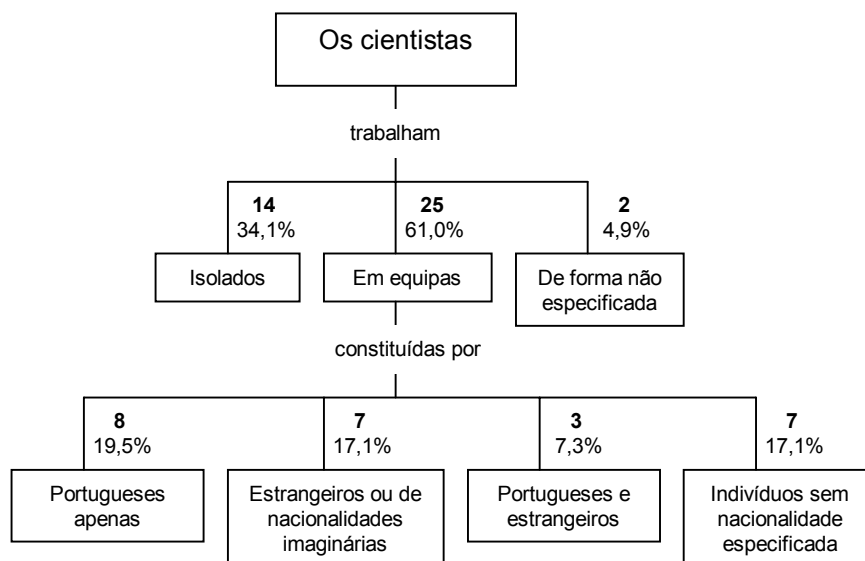


Figura 11 – *Nível de Colaboração entre Cientistas*

(Nota: Os números correspondem à frequência absoluta e à percentagem de cada classe)

Contudo, a maioria dos alunos descreveu o trabalho de equipas de cientistas constituídas: a) exclusivamente por portugueses; b) exclusivamente por estrangeiros ou pessoas de nacionalidades imaginárias; c) por portugueses e estrangeiros; e d) por pessoas de nacionalidade não especificada. A importância do trabalho em

equipas pluridisciplinares, bem como da comunicação dentro da comunidade científica, é bastante valorizada por alguns trabalhos (4 trabalhos – 9,8%).

“Após vários estudos e depois de muitas horas de trabalho encontrei algo que nos poderá ajudar e que revolucionará a situação em que actualmente nos encontramos.” (Marta, “Por um Futuro Melhor”)

“Contactámos com outros cientistas, trocando teorias, e experiências já realizadas, que nos permitiriam desenvolver o nosso projecto enfrentando o mínimo de dificuldades e obstáculos possíveis.” (Joana G., “A Criação”)

Nestas histórias, o trabalho colaborativo surge como uma forma privilegiada de construção de conhecimento, através da interacção de opiniões e da partilha de diferentes competências pessoais e profissionais.

Análise das Entrevistas: Concepções sobre a natureza da ciência

As entrevistas aos alunos pretenderam clarificar e aprofundar aspectos das respostas ao Questionário Q1 e das histórias de ficção científica relacionados com a natureza da ciência. Estas entrevistas foram orientadas pelas respostas de cada aluno aos questionários e por um guião base (Anexo 6) para a discussão dos enredos das histórias de ficção científica redigidas por cada um dos entrevistados. A análise prévia dos questionários e das histórias permitiu detectar aspectos passíveis de serem clarificados ou aprofundados. Procurou-se, por exemplo: a) avaliar até que ponto o teor dos enredos das histórias correspondiam a ideias reais dos alunos, acerca do empreendimento científico e das características e actividades dos cientistas, ou se determinados aspectos tinham sido incluídos apenas por serem considerados adequados a uma boa história de ficção científica; e b) discutir os sentimentos dos alunos relativamente à evolução do conhecimento científico e tecnológico. Conforme já foi referido no capítulo referente à metodologia, as entrevistas semi-estruturadas foram aplicadas a 17 alunos que satisfaziam os critérios seguintes: (1) terem respondido aos questionários e redigido a história de ficção científica; (2) manifestarem disponibilidade para serem entrevistados em horário extra-lectivo; (3) possuírem níveis de desempenho académico variados; (4)

pertencerem a ambos os sexos; e (5) terem construído histórias de ficção sobre temas distintos.

Quando questionados acerca dos enredos das suas histórias, vários alunos reconheceram terem sido inspirados por filmes (9 alunos), livros (2 alunos) e séries televisivas (3 alunos) de ficção científica. No entanto, justificam a opção por determinados enredos não só pela sua adequação a uma boa história de ficção científica mas também por corresponderem a algumas das suas ideias acerca da ciência e do trabalho dos cientistas. Para a componente científica das histórias, os alunos utilizaram informação: a) das aulas de ciências naturais e de físico-química (6 alunos); b) de programas televisivos, nomeadamente noticiários (4 alunos); c) de conversas com familiares (2 alunos); e c) de revistas (1 aluno).

Através das entrevistas constatou-se que as ideias dos alunos acerca da actividade científica são, por vezes, pouco claras e superficiais. Em vários casos, ficou a impressão de que os alunos, até à altura da entrevista, nunca tinham reflectido sobre este assunto. Referem que a actividade científica se associa à “descoberta” de factos acerca do mundo, nomeadamente de soluções para problemas humanos (8 alunos), à “pesquisa” (5 alunos) e ao “avanço do conhecimento” (5 alunos). Contudo, a maioria dos alunos revela-se incapaz de explicar as metodologias envolvidas nestes processos (10 alunos) limitando-se, por vezes, a repetir de forma vaga os termos “pesquisar” e “descobrir”, como se o empreendimento científico consistisse numa descoberta de factos através da observação directa e atenta de fenómenos naturais. Outros alunos evidenciam uma concepção experimental-indutiva da actividade científica, retratando-a como a realização de experiências destinadas a “provar” teorias, hipóteses ou ideias (7 alunos). No entanto, o termo “provar” parece ser utilizado no sentido da obtenção de resultados experimentais em conformidade com as teorias, hipóteses ou ideias formuladas, e não no sentido da obtenção de provas definitivas ou de conhecimento definitivo, pois a totalidade dos alunos reconhece o carácter provisório do conhecimento científico. Apesar de algumas dificuldades evidentes na explicitação das suas ideias, a maioria dos entrevistados identifica “teoria” com uma ideia (8 alunos), uma hipótese (6 alunos), uma explicação (2 alunos) ou um princípio (1

aluno) aceite pela comunidade científica e passível de alteração mediante a descoberta de novos dados.

“Uma teoria...é um princípio que...como é que eu hei-de explicar...uma teoria é uma coisa que tem pontos assentes, digamos assim, é uma coisa provada, é um princípio pelo qual nós nos podemos reger. [Para que seja provada] é necessário que as duas coisas se liguem um bocado, quer a lógica, portanto a razão, e a experiência. (...) Com o passar dos tempos, com o progresso as coisas vão-se desenvolvendo e as teorias podem ser perfeitamente modificadas. Primeiro é necessário as pessoas começarem a duvidar, ou resultados negativos ou alguma coisa não estar correcta (...) tem que se ter algum fundamento para duvidarmos das coisas.” (Inês, EA)

“Uma teoria? Não tenho assim uma opinião muito formada... Mas a teoria é uma coisa que... pronto, [os cientistas] dizem que aquilo é assim.” (Vanessa, EA)

“[Teoria] acho que é uma hipótese em que a maioria das pessoas da comunidade científica acredita. (...) [Pode sofrer alteração] porque existe uma pequena percentagem que não acredita, e que pode eventualmente analisar a teoria e... determinar falhas.” (Pedro, EA)

As entrevistas revelaram-se particularmente úteis na discussão das ideias dos alunos acerca dos cientistas e da sua actividade. Cerca de um terço das histórias inclui ideias bastante negativas acerca da ciência e dos cientistas, nomeadamente cenários catastróficos resultantes da utilização abusiva das inovações científicas e tecnológicas por cientistas “loucos”, gananciosos e/ou pouco escrupulosos. Algumas histórias chegam mesmo a admitir a possibilidade do Estado financiar investigações bastante controversas, mantidas secretas por se oporem aos valores éticos e morais da maioria dos cidadãos. Estes enredos, geralmente centrados nas temáticas da clonagem e da engenharia genética, poderiam indiciar concepções negativas dos seus autores acerca do empreendimento científico, o que seria interessante investigar. As entrevistas permitiram esclarecer que tais cenários, apesar de terem sido utilizados pela sua adequação a uma boa história de ficção científica, reflectem algumas preocupações reais dos alunos acerca da investigação científica e tecnológica, em geral. A maioria dos alunos entrevistados manifestou apreensão relativamente a eventuais consequências adversas das inovações científicas e tecnológicas, especialmente na área da genética (10 alunos), realçando a necessidade da sociedade proceder a uma reflexão profunda sobre as

potencialidades e riscos dessas inovações. Alguns acreditam que a ganância ou a ânsia exagerada e irreflectida por novos conhecimentos levam determinados cientistas a realizar investigações moral e eticamente condenáveis, ignorando potenciais riscos para a Humanidade e para o ecossistema em geral (3 alunos). É particularmente significativa a explicação de uma aluna para uma das frases da sua história: “A evolução da ciência faz com que alguns princípios morais e éticos não sejam respeitados tendo consequências imprevisíveis” (Joana C., “O Homem Invisível”). Joana acredita que alguns cientistas “só vêem aquilo que querem atingir e não olham aos meios para isso... ultrapassam tudo e todos” (EA). Apesar de não conhecer um caso concreto, esta aluna afirma que o teor dos filmes e das séries de ficção científica influenciou a sua opinião. Outros alunos admitem que o próprio Estado financie projectos de investigação secretos, realizados por cientistas pouco escrupulosos (2 alunos), em virtude do teor extremamente controverso das metodologias envolvidas e das aplicações e impactos produzidos.

Vários entrevistados sentem-se impotentes relativamente às opções dos cientistas e à definição das linhas de investigação, considerando que o controlo da sua actividade deve ser efectuado pelas pessoas mais habilitadas: os próprios cientistas. No entanto, outros reconhecem a importância de informar os cidadãos sobre questões científicas e tecnológicas, de forma a poderem participar em processos decisórios, que a todos dizem respeito, ou a impedirem utilizações menos correctas dos resultados de investigação:

“É do interesse de toda a gente participar no estabelecimento dessas regras [de controlo da investigação]. No entanto não se pode deixar à população a decisão até que ponto é que se leva a ciência, porque a população pode estar muito bem informada num país extremamente desenvolvido... No entanto, nunca tem os conhecimentos todos para abranger as consequências duma determinada investigação” (Joana, EA)

“Hoje em dia a ciência não é uma exclusividade dos cientistas, afecta toda a sociedade e, portanto, acho que isso [realizar ou não determinada investigação] não é uma decisão que tenha que partir só deles. Eu acho é que as pessoas têm que estar bem informadas para poderem fazer uma opção, não é? Porque nós, sem sabermos aquilo que estamos a escolher, não faz sentido nenhum estarmos a tomar uma decisão. (...) Claro que as pessoas que entendem mais do assunto devem ter um voto mais forte, mas

acho que toda a gente deve ter a sua opinião acerca do assunto”. (Ana Sofia, EA)

Acho que todos temos que tentar evitar ao máximo, que aquilo que os cientistas estão a tentar encontrar de bem para nós caia nas mãos erradas. Nós temos de lutar ao máximo para que o nosso futuro seja algo de bom.” (Cláudia, EA)

Contudo, em concordância com a maior parte dos enredos das histórias, os alunos entrevistados têm uma opinião favorável da generalidade dos cientistas e do seu trabalho. Geralmente, descrevem os cientistas como pessoas dedicadas à evolução do conhecimento (10 alunos) e à melhoria das condições de vida da Humanidade (7 alunos). Outras motivações, consideradas menos lícitas, como por exemplo a ganância, são referidas apenas em três entrevistas. Apesar das preocupações já referidas, a maioria dos alunos sente-se bastante optimista relativamente aos desenvolvimentos científicos e tecnológicos futuros (14 alunos) que, na sua opinião, permitirão resolver muitos dos problemas actuais. Os restantes três alunos consideram o futuro incerto e condicionado pela utilização dada às inovações científicas e tecnológicas.

4.3.2 Concepções sobre o Ensino e a Aprendizagem das Ciências

Análise do Questionário Q2

O Questionário Q2 (Anexo 2) pretendeu reunir evidências das concepções dos alunos sobre o ensino e a aprendizagem das Ciências da Terra e da Vida. Para tal, foram recolhidas as opiniões dos alunos sobre esta disciplina no que respeita: a) à sua utilidade; b) às actividades mais adequadas à aprendizagem; c) às expectativas relativamente aos professores; e d) às características de uma aula ideal. Este questionário, à semelhança do Questionário Q1, integrou itens de resposta aberta e foi aplicado pelo investigador, durante o primeiro mês de aulas, a todas as turmas envolvidas no estudo. Neste caso, as respostas dos alunos também foram submetidas a uma análise categorial que procurou extrair as concepções

implícitas sobre o ensino e a aprendizagem das Ciências da Terra e da Vida. Responderam a este questionário 82 alunos.

As frequências e as percentagens dos quadros que se seguem dizem apenas respeito ao total de alunos que responderam a este questionário (n=82). Em cada quadro, o número total de referências ao conjunto de categorias poderá ser superior ao número de alunos, significando que alguns destes indicaram mais do que um aspecto.

Finalidades da Disciplina de CTV

A grande maioria dos alunos inquiridos encara a disciplina de Ciências da Terra e da Vida como um meio de aprender conhecimentos sobre o Universo, o planeta Terra e os seres vivos (Quadro 8). Geralmente, as respostas não incluem qualquer referência à relevância desses conhecimentos nem à utilidade desta disciplina no desenvolvimento de capacidades intelectuais ou de outro tipo.

Quadro 8

Utilidade atribuída pelos Alunos à Disciplina de CTV

Finalidades	Nº de alunos	%
Aprendizagem de conhecimentos	71	86,6
Aprendizagem de conhecimentos relevantes para a vida futura	5	6,1
Preparação para a universidade	5	6,1
Cultura geral	1	1,2
Desenvolvimento de capacidades	1	1,2
Formação do indivíduo	1	1,2
Motivação para a ciência	1	1,2

Depreende-se uma concepção: a) dos conteúdos como fins de ensino e não como meios necessários, por exemplo, à promoção do pensamento; e b) do

currículo de CTV como um conjunto de conhecimentos actualmente aceites pela comunidade científica e que devem ser abordados de forma exaustiva. Assim, não é surpreendente que as expectativas dos alunos relativamente aos seus professores de CTV se centrem, principalmente, nas capacidades destes últimos explicarem esses conteúdos e motivarem os alunos para a sua aprendizagem (Quadro 9).

Quadro 9

Expectativas relativamente aos Professores de CTV

Expectativas	Nº de alunos	%
Capacidade de explicar os conteúdos	34	41,5%
Capacidade de motivar os alunos	30	36,6%
Dedicação à sua profissão	6	7,3%
Utilização de determinadas metodologias: estabelecimento de relações entre os conteúdos e a vida real (3), discussão de assuntos actuais (2), visitas de estudo (1)	6	7,3%
Capacidade de interacção	6	7,3%
Compreensão	5	6,1%
Simpatia	5	6,1%
Dinamismo	5	6,1%
Atenção às dificuldades dos alunos	5	6,1%
Nível elevado de conhecimentos	4	4,9%
Preocupação em cumprir o programa	3	3,7%
Objectividade	2	2,4%
Capacidade de controlar os alunos	1	1,2%
Inovação	1	1,2%
Sentido de justiça	1	1,2%

Actividades e Metodologias Adequadas à Disciplina de CTV

A maioria dos alunos acredita que as actividades “práticas” ou “experimentais” são as mais adequadas à aprendizagem na disciplina de Ciências da Terra e da Vida (Quadro 10). Através das respostas obtidas, depreende-se que as designações “prática” ou “experimental” são atribuídas a actividades laboratoriais

de observação directa dos fenómenos ou das estruturas em estudo, realizadas com o intuito de “ilustrar” e de “validar/provar” os conteúdos programáticos abordados previamente de forma expositiva:

“Actividades práticas onde se possa acompanhar de uma maneira real os factos que estudámos.” (Henrique V., Q2)

“(…) experiência prática para testar o que nos foi explicado e verificar por nós próprios a veracidade das coisas.” (Diogo S., Q2)

“(…) realizávamos uma experiência de modo a podermos provar o que analisámos.” (Inês M., Q2)

Os excertos anteriores indiciam duas concepções: (1) a ideia de um currículo de CTV constituído por conhecimentos verdadeiros e definitivos, ou seja, pelas respostas “correctas e absolutas”, descobertas pelos cientistas, para as questões acerca do mundo natural; e (2) a noção de que os conhecimentos científicos podem ser “provados”, objectiva e inequivocamente, através da observação de acontecimentos singulares, como se de uma equação matemática se tratasse.

Quadro 10

Actividades mais adequadas à Aprendizagem de CTV

Actividades	Nº de alunos	%
Práticas/experimentais	68	83,0
Utilização de meios audiovisuais (acetatos, diapositivos, fotografias e vídeos)	12	14,6
Exercícios, fichas e questionários	8	9,8
Discussão e debates	7	8,5
Utilização de esquemas	5	6,1
Exposição dos conteúdos	3	3,7
Pesquisa	2	2,4
Ligação ao real, exemplos práticos	2	2,4
Trabalhos em grupo	2	2,4
Visitas de estudo	2	2,4
Utilização de novas tecnologias	1	1,2

De acordo com Lederman e Abd-El-Khalick (2000), estas concepções, bastante comuns entre os alunos, são reforçadas, por exemplo, quando os professores os solicitam para: a) escrever ou indicar "a resposta correcta" às perguntas de um teste ou para obter "a conclusão certa" em actividades laboratoriais de tipo prescritivo; e b) realizar determinada actividade experimental com o intuito de demonstrar a veracidade de uma teoria. Aqueles investigadores consideram altamente improvável que os alunos, limitando-se apenas à aprendizagem do conteúdo da ciência ou dos seus processos, consigam compreender o carácter provisório e não dogmático do conhecimento científico.

As actividades de observação (designadas de “práticas” ou “experimentais”) são entendidas pelos alunos como uma forma de facilitar a aprendizagem através do contacto directo com os fenómenos e as estruturas abordados nas aulas, permitindo, além disso, quebrar a monotonia inerente às práticas expositivas que parecem abundar na disciplina de CTV. Portanto, a maioria dos alunos manifesta preferência por aulas que integrem uma componente prática, eventualmente como complemento de uma componente teórica (Quadro 11). Vários alunos apelam no sentido de aulas mais dinâmicas envolvendo metodologias como, por exemplo, saídas de campo, visitas de estudo e discussões ou debates de temas actuais.

Quadro 11

Aula Ideal de CTV

Aula ideal	Nº de alunos	%
Prática/experimental	26	31,7
Com componentes teórica e prática	21	25,6
Dinâmica, com interacção	9	11,0
Saída de campo ou visita de estudo	5	6,1
Discussão ou debate de temas actuais	4	4,9
Em que se relacionam os conteúdos com o mundo real	3	3,7
Observação e discussão de filmes	2	2,4
Com utilização de computadores	1	1,2
Organizada pelos alunos	1	1,2

Interessante, também, é o facto de apenas um aluno preferir aulas organizadas pelos próprios alunos, o que poderá indiciar um baixo nível de autonomia das turmas em consequência de um ensino das ciências bastante dirigido e controlado pelos professores.

Análise das Entrevistas: Concepções sobre o Ensino e a Aprendizagem das Ciências da Terra e da Vida

As entrevistas permitiram clarificar e aprofundar algumas ideias dos alunos sobre o ensino e a aprendizagem das Ciências da Terra e da Vida expressas no Questionário Q2. Estas entrevistas foram orientadas pelas respostas de cada aluno ao questionário: a análise prévia das respostas permitiu detectar aspectos particulares merecedores de clarificação ou aprofundamento.

Conforme se havia constatado através da análise do questionário Q2, a totalidade dos alunos entrevistados (n=17) considera as disciplinas de ciências naturais indispensáveis pelos conhecimentos que proporcionam acerca do Universo, do planeta Terra e dos seres vivos, nomeadamente do ser humano. Na sua opinião, estes conhecimentos podem revelar-se úteis em diversas situações do dia-a-dia dos cidadãos: planeamento de uma vida e de uma alimentação saudáveis; compreensão de notícias divulgadas pelos meios de comunicação social; compreensão da evolução e do funcionamento do próprio corpo; protecção do ambiente; entre outras. Estas opiniões reforçam também as evidências obtidas através do Questionário Q2 relativamente à existência da noção de conteúdos programáticos como fins de ensino em si mesmo e não como meios necessários, por exemplo, à promoção do pensamento.

A avaliação das aulas de ciências efectuada durante as entrevistas é diversificada e dependeu, essencialmente, das características pessoais dos professores e das tarefas por eles propostas. Os professores de ciências mais apreciados distinguem-se não só pela diversidade de tarefas que propõem mas

também pela relação próxima e afectuosa que mantêm com os alunos (6 referências), o entusiasmo manifestado na abordagem de vários assuntos (4 referências), a capacidade de estabelecerem relações entre os conteúdos programáticos e o dia-a-dia (3 referências) e o dinamismo aplicado na gestão das aulas (3 referências). De acordo com oito dos alunos entrevistados, o seu gosto pelas aulas de ciências resulta, fundamentalmente, dos temas abordados e não das actividades realizadas que, frequentemente, se restringem à repetição do mesmo padrão: “o sumário”, “ler o livro”, “ouvir o professor” e “fazer exercícios”.

*“Em ciências não temos tido assim muitas actividades ao longo dos anos.”
(Joana, EA)*

“As aulas, normalmente, é só mesmo ler o livro e fazer os exercícios. (...) Na Biologia é mesmo só saber as coisas, memorizar e interiorizar bem as coisas, e é só isso... Porque, normalmente, os exercícios ou são de resposta múltipla ou de legenda, ou seja, perguntas mais ou menos concisas.” (João, EA)

“[As aulas] Têm sido quase todas idênticas. Às vezes lá fico um bocadinho saturada, porque é tudo a mesma coisa... É a mania dos professores, coitados, falarem, falarem, fazerem... Há poucos trabalhos...” (Vanessa, EA)

As aulas mais valorizadas pelos alunos quebram este padrão cansativo e monótono, centrado exclusivamente na “transmissão” de conteúdos, através da realização de actividades mais dinâmicas, nomeadamente: a) actividades práticas, laboratoriais e experimentais (12 referências); b) discussão de assuntos controversos actuais (5 referências); c) visitas de estudo ou aulas de campo (3 referências); e d) trabalhos de pesquisa em grupo (2 referências). As entrevistas permitiram clarificar que as designações “prática”, “experimental” e “laboratorial” são atribuídas pelos alunos, de forma indistinta, a tarefas de observação directa realizadas com o intuito de “ilustrar” estruturas ou fenómenos previamente abordados de forma teórica:

“Eu penso que são bastante importantes porque nos fazem realmente ver as coisas, ver para crer. Eu gosto de sentir as coisas, gosto de ter a certeza que elas existem e de ver a sua aplicação. É bastante giro, não termos apenas um livro à frente com matéria, mas vermos na prática o que é que é.” (Inês, EA)

Entre as potencialidades atribuídas a estas actividades de observação assumem especial relevo: a) a facilitação da aprendizagem pelo contacto directo com as estruturas ou os fenómenos em estudo (referida por todos os alunos entrevistados); e b) a quebra da monotonia resultante de um excesso de aulas expositivas que remetem os alunos para um papel completamente passivo (referida por cinco alunos).

A opinião dos alunos relativamente à discussão de assuntos controversos nas aulas de ciências também é bastante positiva. Todos os entrevistados atribuíram potencialidades à discussão de assuntos polémicos como a clonagem, a interrupção voluntária da gravidez ou a engenharia genética, nomeadamente: a) na obtenção de informação e no esclarecimento de dúvidas sobre temáticas socialmente relevantes apresentadas pelos meios de comunicação social (10 alunos); b) no conhecimento, discussão e eventual reformulação de opiniões (9 alunos); c) na aprendizagem de tópicos programáticos relacionados com os assuntos em discussão (2 alunos); d) no desenvolvimento de capacidades de pensamento e de argumentação (1 aluno); e e) na compreensão da relevância dos conceitos aprendidos nas aulas de ciências para a interpretação de situações e a resolução de problemas da vida dos cidadãos (1 aluno).

“[A discussão de assuntos controversos] é ciências, mas é ciências dada de uma maneira diferente. É ciências dada de uma maneira humana, que eu acho que é importante porque a ciência também tem que ser considerada no sentido humano. Porque a ciência não é só aquilo que se dá nas aulas... Tem que ser aplicada às pessoas. E isso é uma maneira de vermos a ciência aplicada às pessoas.” (João A., EA)

Contudo, de acordo com alguns alunos, a utilização de assuntos controversos não assegura, por si só, o interesse e o envolvimento dos alunos. O sucesso destas actividades de discussão depende da utilização de materiais e de estratégias que suscitem o debate. Dois alunos, de turmas distintas, apesar de apreciarem a discussão de assuntos controversos relacionados com ciência e tecnologia, não se sentiram minimamente motivados com as actividades de discussão sobre clonagem propostas pelas suas professoras. Consideram que a leitura e a análise de textos excessivamente longos, no início da actividade, asfixiou

o debate; teriam preferido uma estratégia mais centrada na discussão das suas próprias opiniões e que envolvesse, por exemplo, a observação e discussão de um videograma sobre o tema em causa.

CAPÍTULO 5

OS PROFESSORES E AS CONTROVÉRSIAS SÓCIO-CIENTÍFICAS

5.1 INTRODUÇÃO

O presente capítulo é constituído por cinco estudos de caso centrados, cada um deles, no trabalho desenvolvido por uma professora do 11º grupo B (Biologia e Geologia) numa das suas turmas de Ciências da Terra e da Vida, do 11º ano. Conforme já foi referido na metodologia desta investigação, as cinco professoras trabalham em duas escolas dos arredores de Lisboa: Cristina, Amélia e Sónia, na Escola X; Júlia e Gabriela, na Escola Y. Os estudos de caso foram construídos a partir da análise e da triangulação das informações recolhidas através de três entrevistas (EP1, EP2 e EP3) e da observação de uma sequência de aulas leccionada por cada uma das respectivas professoras.

Procurou-se estudar a forma como cada professora interpreta e reage às controvérsias recentes em torno de questões científicas e tecnológicas divulgadas pelos meios de comunicação social. Esta investigação envolveu o estudo do eventual impacto destas controvérsias nas concepções acerca da natureza, do ensino e da aprendizagem da ciência, bem como na prática pedagógica implementada por essas professoras. O estudo decorreu num contexto complexo e específico influenciado por múltiplos elementos de potencial importância para a sua compreensão: as características da escola, da professora e dos alunos da turma, o currículo em questão, os recursos disponíveis, entre outros.

Cada caso apresenta uma breve descrição do percurso profissional da respectiva professora e algumas evidências das suas concepções sobre: a) a natureza da ciência e da tecnologia; b) o ensino e a aprendizagem das Ciências da Terra e da Vida; c) a discussão de assuntos controversos na sala de aula; e d) a

formação contínua de professores. Inclui, também, uma descrição dos objectivos propostos e das actividades planeadas para a sequência de aulas observada e uma discussão do eventual impacto das concepções de cada professora na sua prática de sala de aula.

Este capítulo termina com uma discussão: a) das concepções das professoras acerca da natureza, do ensino e da aprendizagem das ciências; b) da relação entre estas concepções e a sua prática lectiva; e c) dos factores que parecem afectar a congruência entre as concepções dos professores e a prática de sala de aula.

5.2 O CASO DE CRISTINA

“Deixar de contar patas de aranha... e começar a encarar a Biologia de maneira diferente”

Cristina é professora do 11º Grupo B (Biologia e Geologia) há trinta e três anos. Afirma gostar de tal maneira da sua profissão que “não poderia ter escolhido outra coisa”. Considera que as suas melhores qualidades como professora são “o contacto fácil com os alunos” e a capacidade de sintetizar e relacionar tópicos, nomeadamente, através da construção de esquemas no quadro.

Pouco tempo depois de concluída a Licenciatura em Ciências Biológicas pela Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, fez o estágio pedagógico e o exame de estado. Exerceu a sua profissão em vários pontos do país – Torres Vedras, Figueira da Foz, Oeiras, Abrantes, Queluz, Carcavelos, Linda-a-Velha. No entanto, nos últimos vinte e dois anos tem trabalhado numa escola secundária dos arredores de Lisboa (Escola X).

O seu discurso e a sua prática revelam uma professora extremamente dinâmica e empenhada que gosta imenso da sua actividade profissional. Contudo,

no presente ano (2001-2002) sente-se algo cansada em consequência do grave estado de saúde de sua mãe, com quem vive desde sempre.

Ao longo do seu percurso profissional, leccionou todas as disciplinas do seu grupo disciplinar e foi orientadora de estágio, co-autora de quatro manuais escolares (para as disciplinas de Ciências Naturais dos 7º e 8º anos e Técnicas Laboratoriais de Biologia I e II), responsável por vários projectos e clubes, directora de turma, delegada de grupo e coordenadora de departamento. Desde há cinco anos, coordena o projecto *Ambiente e Saúde* no âmbito do qual têm sido realizadas várias iniciativas: criação do *Gabinete de Educação Sexual*, comemoração do *Dia do Não-Fumador*, campanhas de prevenção da SIDA e da hepatite B e campanhas de despiste da tuberculose e de doenças cardiovasculares. Durante os últimos anos tem leccionado, exclusivamente, disciplinas do Ensino Secundário: Ciências da Terra e da Vida (10º e 11º anos) e Biologia (12º ano).

Cristina gosta da escola secundária onde trabalha. Considera-a uma “escola muito activa, [onde] há montes de coisas que se fazem durante o ano” e que tem conseguido resolver alguns problemas graves de indisciplina, de desinteresse e de consumo de droga. Na sua opinião, um corpo docente estável, a diminuição do número de alunos e o envolvimento activo da comunidade escolar têm contribuído decisivamente para a superação desses problemas.

Relativamente ao grupo disciplinar, a sua opinião diverge. Cristina pensa que o seu grupo, apesar de constituído por pessoas simpáticas (com as quais mantém uma boa relação), não funciona bem devido à falta de trabalho de equipa e ao individualismo dos docentes. No entanto, tem conseguido trabalhar de forma profícua com alguns dos seus colegas.

Como momentos marcantes da sua actividade profissional, destaca o contacto diário com os alunos:

“O mais importante para mim é dar aulas. O que gosto mais de fazer é dar aulas. Portanto, o contacto com os alunos para mim é o mais importante. O resto são coisas que se vão fazendo para a pessoa melhorar, porque eu não gosto de estar parada.” (E1)

Para além disso, atribui uma importância especial ao seu ano de estágio e aos cursos para professores de Biologia frequentados na Fundação Calouste Gulbenkian:

“(...) [A orientadora de estágio] era uma pessoa excelente e uma belíssima professora, aprendi imenso com ela. (...) Fazíamos tudo à base da parte experimental, gostei muito de trabalhar dessa maneira. (...) Foi aí que eu vi como é que podia fazer aulas práticas de Geologia, de Biologia... tudo. Fizemos coisas lindíssimas no estágio. (...) [Antes do estágio] não tinha orientação nenhuma de ninguém, o que eu fazia era estudar muito bem as lições em casa e depois dar o melhor que podia, tentar facilitar-lhes a aprendizagem mas ficávamos por aí. (...) No primeiro ano ensinei pessimamente, diga-se a verdade!” (E1)

“(...) os cursos da Gulbenkian [frequentados durante as férias] foram uma abertura de ideias, foi aí que veio a grande mudança na Biologia. (...) Estávamos ali de manhã à noite a trabalhar no laboratório...” (E1)

“[Com os cursos da Gulbenkian] deixámos de ‘contar patas de aranha’ e começámos a encarar a Biologia de maneira diferente, completamente diferente. Começámos a utilizar metodologias activas (...) e introduzimos a vertente da discussão.” (E3)

Admite que tanto o estágio como os referidos cursos foram decisivos na alteração da sua prática lectiva, fundamentalmente no que respeita à diversificação de estratégias de ensino e ao desenvolvimento do conhecimento didáctico necessário à sua utilização em sala de aula.

5.2.1 Concepções sobre o Conhecimento Científico e Tecnológico

Cristina entende a ciência como um processo dinâmico, em constante evolução, que conduz ao crescimento exponencial do conhecimento através da discussão de diferentes ideias. Quanto à tecnologia, associa-a à aplicação da ciência, aos aparelhos e às técnicas. Esta concepção de tecnologia como aplicação do conhecimento científico e a sua identificação com os produtos da técnica é comum entre os professores de ciências (Acevedo, Vasquez e Manassero, 2002; Bem-Chaim e Zoller, 1991; Zoller, Donn, Wild e Beckett, 1991).

Na opinião desta professora, o empreendimento científico estabelece subtilezas e múltiplas interações com a tecnologia e a sociedade, nomeadamente, determinando a evolução da tecnologia, sofrendo pressões da sociedade e afectando a vida dos cidadãos. Nas suas aulas, procura apresentar aos alunos esta intrincada teia de influências e a noção de que “os conhecimentos científicos são mutáveis, (...) que mudam ao longo dos tempos”. À semelhança de vários autores, considera a abordagem de aspectos da história da ciência nas aulas – nomeadamente, a evolução de determinados conceitos científicos – importante na veiculação de uma imagem de ciência em constante construção (Cachapuz, Praia, Paixão e Martins, 2000; Matthews, 1994; Ziman, 1994).

Cristina entende a ciência e a tecnologia como empreendimentos humanos complexos que envolvem divergência de opiniões entre os seus agentes, divergência essa resultante de diferentes crenças e princípios. Acredita que as controvérsias científicas não podem ser resolvidas simplesmente numa base técnica pois envolvem outros aspectos: hierarquias de valores, conveniências pessoais, questões financeiras, pressões sociais... Como exemplos de questões científicas ou tecnológicas marcadas pela controvérsia refere a engenharia genética, a utilização de embriões humanos em investigação, a clonagem e a fertilização *in vitro*. Concorda com a realização de investigação nestas áreas, atendendo às potencialidades que encerram para a melhoria da qualidade de vida da Humanidade. Contudo, adverte que as motivações dos cientistas nem sempre parecem ser as mais nobres e, por vezes, a sua ambição sobrepõe-se à ética. Logo, defende um acompanhamento da investigação científica por comissões de ética, constituídas por especialistas de elevado nível científico e moral, para impedir a realização de determinadas experiências como, por exemplo, a clonagem humana para fins reprodutivos. No entanto, admite e aceita a produção de órgãos específicos para transplante – por exemplo, “um fígado ou um coração” – a partir de embriões humanos.

“(...) nós sabemos que todos os cientistas deviam ser honestos no seu trabalho, mas nem todos o são. Um cientista que está a investigar uma linha investigativa de ponta, ele o que quer é avançar o seu trabalho, não se preocupa muito com os problemas de ética. (...) Acho que deviam ser

autorizados alguns desses trabalhos, porque depois vão levar a melhorias significativas da humanidade, (...) deviam era ser acompanhados para se ver o que está em causa. Não pode, por exemplo, fazer clones humanos, isso eu sou absolutamente contra! (...) Mas determinadas coisas como, por exemplo, a partir de um embrião poder fazer um fígado ou um coração para depois dar a um desgraçado que está a morrer, perfeitamente correcto! Portanto, depende muito, acho que tinha que ser seguido por alguém que tenha uma estrutura mental suficiente para abarcar o que está em causa e que tenha uma base ética.”

“Na investigação de ponta não se deve deixar cada um fazer o que quer, devia haver o mínimo de controlo porque ninguém sabe o que eles poderão fazer. [Esse controlo deveria ser exercido por especialistas] que estivessem já num determinado grau de maturidade suficiente para poderem apreciar o que estava em causa.” (E1)

Cristina, para além de reconhecer a necessidade de intervenção de comissões de especialistas no controlo da actividade científica e tecnológica, defende a participação activa dos cidadãos neste processo. Consequentemente, uma das suas prioridades, como professora, consiste em preparar os seus alunos para um papel interventivo em processos decisórios relacionados com ciência e tecnologia. Vários autores têm reforçado esta mesma ideia: consideram que numa sociedade democrática saudável a avaliação pública da ciência requer a participação e o envolvimento do maior número possível de cidadãos na tomada de decisões acerca das opções apresentadas pela ciência contemporânea, o que só será possível através de uma compreensão do que é ciência e de como é produzida (Cachapuz, Praia, Paixão, Martins, 2000; Millar, 1997; Osborne, 2000).

5.2.2 Concepções sobre o Ensino das Ciências da Terra e da Vida

Cristina defende que o ensino da Biologia, em geral, e da disciplina de Ciências da Terra e da Vida, em particular, é extremamente importante para o futuro da sociedade. Acredita que a sobrevivência da espécie humana e a resolução dos inúmeros problemas ambientais que vão surgindo dependem de um ensino das ciências que promova a construção de conhecimentos científicos básicos e o desenvolvimento das capacidades intelectuais dos alunos.

Considera que todos os cidadãos devem possuir um conhecimento científico mínimo sobre (1) a importância das funções biológicas e (2) o papel desempenhado por cada ser vivo (incluindo o ser humano) na manutenção da vida na Terra, pois crê que apenas através destes conhecimentos podem compreender os problemas que vão surgindo e decidir esclarecidamente.

“Toda a gente tem direito a um conhecimento científico (...) para poder fundamentar as suas próprias escolhas, quer em termos pessoais quer em termos de comunidade.” (E1)

Para tal, salienta não só a importância do ensino formal das ciências mas também da divulgação científica efectuada por cientistas através dos meios de comunicação social. Desta forma, reconhece a importância dos meios de comunicação social como agentes de educação científica informal, uma ideia defendida por vários autores (Dhingra, 2003; Lewenstein, 2001).

“[Estes conhecimentos científicos obtêm-se] estudando, como é evidente, é a primeira coisa; por outro lado, se houvesse mais informação ao nível dos meios de comunicação, isso facilitaria o ter um conhecimento científico mínimo para poder entender as coisas e fazer as opções. Por exemplo, na altura das eleições saber escolher em quem votar. Estou a falar, por exemplo, dos conceitos ecológicos mínimos, etc.

(...) A Clara Pinto Correia (...) que escreve muito bem, transmite as ideias científicas mais correctas duma maneira acessível às pessoas. [O cientista] não deve ficar só fechadinho no gabinete, deve também tentar fazer divulgação do conhecimento científico. Como fez o Carl Sagan, de uma maneira extraordinária (...) e, em certa medida, a Clara Pinto Correia também tenta fazer isso.” (E1)

Cristina acredita, ainda, que a participação dos cidadãos em processos decisórios na área da ciência e da tecnologia depende também do conhecimento da natureza destes empreendimentos e das suas interacções com a sociedade. Vários autores têm reforçado esta mesma ideia: consideram que numa sociedade democrática saudável a avaliação pública da ciência requer a participação e o envolvimento do maior número possível de cidadãos na tomada de decisões acerca das opções apresentadas pela ciência contemporânea, o que só será possível através de uma compreensão do que é ciência e de como é produzida (Cachapuz, Praia, Paixão, Martins, 2000; Monk e Dillon, 2000; Osborne, 2000). Para alcançar

este objectivo, Cristina geralmente envolve os seus alunos em actividades de análise, discussão e tomada de decisões relativamente a questões sócio-científicas actuais. Nestas aulas dedica especial atenção às influências mútuas entre a ciência e a sociedade.

No conjunto das suas aulas propõe a realização de actividades práticas, fichas de trabalho e debates ou discussões sobre assuntos actuais, como forma de estimular a actividade intelectual dos alunos e de facilitar a compreensão dos conceitos envolvidos. De acordo com as suas próprias palavras, “os alunos aprendem fazendo”.

“Eu gosto sempre que os alunos façam uma abordagem directa, primeiro eles, antes de eu dar informação. Portanto, levá-los a pensar primeiro e só depois então é que vamos para a frente, mas sempre meter a enxada à terra e trabalhar. Acho que é muito importante, que os alunos trabalhem. Aprender fazendo é o meu lema.” (E1)

Esta afirmação, e o tipo de actividades que realiza nas aulas, evidenciam: a) uma concepção sócio-construtivista da aprendizagem que atribui uma importância decisiva à interacção e ao envolvimento activo dos alunos na construção do conhecimento; e b) uma concepção de ensino das ciências como criação de oportunidades para os alunos construírem conhecimentos e desenvolverem competências intelectuais, através da interacção com uma diversidade de pessoas, objectos, estratégias e métodos de ensino (César, 2001; Doise, Mugny e Perret-Clermont, 1975; von Glasersfeld, 1993; Vygotsky, 1978).

Cristina está convencida que os alunos só aprendem quando querem, ou seja, quando estão motivados para tal. Logo, para que isso aconteça, torna-se extremamente importante que o professor diversifique estratégias. Na sua opinião, todas as estratégias são úteis, o importante é diversificar.

“Eu penso que os alunos aprendem se forem motivados e, por outro lado, se eles quiserem aprender. Porque se eles não quiserem, e isso diz respeito à motivação, se eles não quiserem aprender não há nada que faça com que eles aprendam. Há alunos que são completamente desinteressados, não há nada, não há ninguém que consiga motivá-los, é muito difícil.”
“(…) principalmente aos mais novos (...) tem que se ter actividades muito diversificadas para não se cansarem.”

“É bom usar as estratégias todas, mesmo às vezes uma aula expositiva é precisa em determinadas condições, penso que não devemos rejeitar nenhuma estratégia. O importante é não usar sempre a mesma coisa.” (E1)

No entanto, afirma, desgostosa, que o ensino da Biologia é cada vez menos diversificado e menos interessante devido à falta de motivação dos professores e à inexistência de estruturas de apoio:

“O ensino [da Biologia] está a ficar muito para trás. As pessoas agora não querem fazer ou fazem muito poucas aulas experimentais, a maior parte. Porquê? Porque dá muito trabalho, preparar os materiais e não sei quantos... Também não há grandes estruturas... (...) nós temos que ir buscar os granitos e buscar não sei quê e muita gente não está para isso. Isso implica que as pessoas façam esses extras nos intervalos e [por vezes] nos intervalos não dá tempo. Para se fazer uma solução, por exemplo, tem que se vir cá de propósito. São esses condicionantes...” (E1)

Mas, apesar da falta de estruturas de apoio, Cristina confessa-se entusiasmada com a sua profissão e sente que o entusiasmo manifestado pelos seus alunos, durante a participação nas diferentes actividades propostas, recompensa todo o seu esforço.

5.2.3 Concepções sobre a Discussão de Assuntos Controversos na Sala de Aula

Segundo esta professora, os currículos de Ciências da Terra e da Vida não referem explicitamente, nem sequer sugerem, a abordagem de assuntos controversos. Cristina localiza apenas um tema controverso no currículo do 11º ano: uma pequena referência à engenharia genética mas “tão pequena, tão insignificante, que não vai levar a controvérsia nenhuma”. No entanto, acredita que o currículo não se limita à lista de tópicos, competindo ao professor gerir o currículo de forma a incluir a abordagem de temas, relacionados com as rubricas programáticas previstas, que possam interessar aos alunos e ser socialmente relevantes. Afirma que, no decurso do ano lectivo, aborda sempre vários assuntos controversos que considera actuais e indispensáveis à literacia científica dos

alunos, sem deixar de “cumprir o programa”. Desta forma, Cristina assume um papel de construtora de currículo (Roldão, 1995, 1998), transformando-o, constantemente, de acordo com as particularidades dos seus alunos e as aprendizagens consideradas socialmente relevantes. Contudo, à semelhança de estudos recentes (Levinson e Turner, 2001), constata que alguns professores de ciências manifestam relutância em abordar assuntos controversos, temendo que a discussão deste tipo de questões não seja bem vista pelos encarregados de educação.

“O professor pode levar, se quiser, a essa controvérsia. Em relação à reprodução (...), também não faz parte do programa o controlo da natalidade, que eu dou sempre extra-programa. E dentro desse controlo da natalidade: o aborto, a utilização de embriões em investigação... É uma questão de gestão do programa. E também há pessoas que têm medo de dar uma coisa dessas. Não sei porquê, quer dizer, biólogos, por amor de Deus! No 11º ano, eu costumo fazer umas aulas sobre esses assuntos porque acho que é muito importante. E sobre doenças sexualmente transmissíveis. Eles [os alunos] raramente sabem tanto como pensam. [Acho importante abordar estes assuntos] para eles ficarem um bocadinho alertados.” (E1)

Cristina não encara a discussão destes temas como uma perda de tempo. Pelo contrário, acredita que as actividades de discussão de assuntos controversos são bastante importantes, tanto para o conhecimento de questões científicas e tecnológicas actuais e relevantes para a vida, como para o desenvolvimento de capacidades de análise e discussão de informação indispensáveis a qualquer cidadão. Assim, no 11º ano, por exemplo, propõe a realização de actividades de discussão sobre temáticas como a clonagem, o controlo da natalidade, a fertilização *in vitro* e as doenças sexualmente transmissíveis. A sua opinião acerca das potencialidades da discussão de assuntos controversos como estratégia de sala de aula revela, mais uma vez, a preocupação em promover, de forma integrada, a compreensão de conhecimentos e o desenvolvimento de capacidades intelectuais que considera imprescindíveis à literacia científica dos alunos.

À semelhança de alguns autores (Acevedo, Vásquez, Acevedo e Manassero, 2002; Osborne e Young, 1998; Solomon e Thomas, 1999), esta professora considera que a abordagem destes assuntos facilita o estabelecimento de relações entre a ciência abordada na escola e as vivências quotidianas dos cidadãos. Logo,

esforça-se constantemente por identificar pontos de contacto entre o currículo das disciplinas que lecciona e as questões controversas actuais mais relacionadas com os interesses e a vida quotidiana dos alunos.

5.2.4 Concepções sobre a Formação Contínua de Professores

Cristina acredita que “os professores ensinam como aprenderam”, o que tem sido evidenciado pela investigação (Huibregtse, Korthagen e Wubbels, 1994). Logo, defende que a formação inicial e contínua de professores só é interiorizada quando envolve a vivência e a discussão das estratégias e das metodologias propostas. Quando isso não acontece, os professores acabam por reproduzir as aulas de tipo expositivo a que foram submetidos ao longo da sua escolaridade.

“(...) muitas vezes a formação não é interiorizada, as pessoas fazem umas coisas no estágio mas não as viveram e a pessoa precisa de vivê-las para poder dar o retorno daquilo que viveu. (...) [É preciso] ter passado por essa experiência prévia. Ver que há outras maneiras... Porque ainda continua a haver muitas aulas muito teóricas, porque as pessoas aprenderam assim.” (E1)

“O viver é fundamental. É uma das críticas que eu faço quando fazem as alterações de programa e dizem que vão fazer formação de professores. Fazem formações teóricas... Isso não vale de nada! Se as pessoas não viverem as coisas, não se muda nada. E temos que viver como pessoas interessadas em saber! Ir para ali trabalhar e esforçar-se e depois então... sim senhora. Porque senão as coisas entram por um ouvido e saem por outro.” (E3)

A título de exemplo, refere a importância dos cursos para professores de Biologia, organizados pela Fundação Calouste Gulbenkian, no seu desenvolvimento profissional. A constatação, pela prática, das potencialidades de novas metodologias e estratégias, num contexto de estímulo e de apoio à inovação, teve um impacto profundo nas suas concepções acerca do ensino e da aprendizagem das ciências e na sua prática de sala de aula. Esta mesma ideia é defendida por vários especialistas em desenvolvimento profissional: Tanto Guskey (1986) como Loucks-Horsley, Hewson, Love e Stiles (1998) consideram que o comprometimento

dos professores com a mudança aumenta quando experimentam novas abordagens e observam o seu impacto positivo nas aprendizagens dos alunos.

Nos últimos anos, Cristina frequentou três acções de formação em Centros de Formação de Associação de Escolas (“Projecto Educativo”, “Iniciação à utilização do computador” e “Introdução à *Internet*”) e uma na Faculdade de Ciências (sobre Biologia). Apenas a frequência da acção sobre “Projecto Educativo” foi motivada pela necessidade de obtenção de créditos para progressão na carreira; quando frequentou as restantes acções a sua motivação foi intrínseca.

A sua opinião relativamente a estas acções é bastante variável. Apreciou, fundamentalmente, as acções de formação sobre informática, porque lhe permitiram apropriar grande quantidade de conhecimentos que teve oportunidade de aplicar na prática, no seu quotidiano. Relativamente à acção sobre “Projecto Educativo”, apenas apreciou o trabalho de grupo e a troca de experiências entre os colegas; para além disto, considera não ter aprendido nada de novo. A acção de formação sobre Biologia revelou-se completamente desajustada da realidade do Ensino Secundário, pois as actividades propostas eram impossíveis de realizar nas escolas, devido à falta de materiais de laboratório.

“A primeira [acção a] que fui precisava dos créditos, foi sobre projectos educativos; basicamente aprendi muito pouco ou quase nada. (...) Não me deram novidade nenhuma, tudo aquilo que eles lá disseram já eu fazia há muito tempo. (...) Essa acção de formação foi enriquecida não pelo que os monitores disseram mas sim pela troca de experiências entre os colegas, foi trabalho de grupo, e isso é que foi interessante. Em relação às outras duas, foram de informática, eu fui porque quis, já não preciso de créditos, felizmente! Só vou àquilo que quero, o que é óptimo! E aí aprendi muitas coisas e até gostava de aprender mais mas se houver outro nível eu posso inscrever-me. (...) [Apropriei] conhecimentos de uma área que eu não tinha e que nos dá jeito para melhorar a prática lectiva.(...)”

[Depois] fui fazer uma de Biologia na Faculdade de Ciências. Também não gostei nada daquilo. (...) Primeiro porque em algumas das experiências usavam os animais, tiravam-lhes o sangue todo e o bicho morria-nos ali, nós a olhar para ele. Eu isso recuso-me a fazer! (...) Depois achei muito engraçados uns programas de computador em que tínhamos os ratos e depois íamos dar-lhe hormonas, que quantidade de hormonas dávamos, porque era a parte de regulação hormonal, isso achei muito engraçado. Depois fizemos umas outras coisas que nós não temos estruturas para fazer. O que eu achei é que aquelas experiências são muito boas para fazer na

Faculdade, mas aqui no Ensino Secundário não se podem fazer. A realidade é essa! Portanto, andei lá também 50 horas, a vir às tantas da noite da Faculdade, para quê? O que é que eu dali aproveitei para as minhas aulas? Posso-me ter divertido lá, em algumas das actividades, noutras não, mas depois aquilo não me deu nada. Portanto, continuei a fazer as coisas que posso fazer. A Faculdade está muito distanciada do Ensino Secundário! O que temos nos laboratórios? Não temos nada...” (E1)

As acções de formação frequentadas na área da informática permitiram-lhe passar a utilizar o computador: a) na elaboração de fichas, testes e textos; b) na pesquisa de informação na *Internet*; c) na preparação de exposições organizadas na escola. No entanto, afirma que o reduzido número de computadores disponíveis para as actividades lectivas inviabiliza, por exemplo, a realização de pesquisas na *Internet*, a utilização de programas em CD-Rom e a utilização de sensores durante as aulas. Logo, gostaria que o laboratório de Biologia dispusesse de alguns computadores de forma a poder realizar todas estas actividades.

“Em contexto de sala de aula não tenho possibilidade de fazer isso [utilizar computadores] porque temos um computador da era da pré-história ali no gabinete; para uma turma não dá nada. Este ano talvez haja mais possibilidades, mas até agora era impossível. Na biblioteca havia dois computadores disponíveis para os alunos, dois computadores para uma turma não dá nada. Por outro lado, as salas onde havia computadores, que eram as salas de Informática, estavam sempre ocupadas. Este ano parece que vai haver mais disponibilidade porque vieram cerca de 30 computadores novos para a escola. Talvez haja mais possibilidade... Até porque há trabalhos experimentais muito giros para fazer! Eu esses não sei fazer muito bem... arranjar aquelas coisas, os sensores e não sei quê... mas gostava de aprender.” (E1)

Para Cristina, a acção de formação ideal...

“tem que ser muito virada para a parte prática, para as necessidades que o professor tem”. (...) [Deve ser realizada] Na própria escola, com materiais da própria escola, para saberem o que há e o que não há, porque assim é que se pode avançar. (...) Aqui, na realidade do dia-a-dia, não é no ideal lá da Faculdade.” (E1)

... e deverá centrar-se em temáticas de Biologia (Genética, Bioenergética) e de Geologia e nas estratégias adequadas à sua abordagem: actividades experimentais, saídas de campo. No entanto, realça que essas estratégias deverão

ser adequadas à realidade da escola: aos seus alunos, aos professores e aos materiais disponíveis.

As opiniões de Cristina apontam no sentido de modalidades de formação contínua centradas nas escolas onde os professores trabalham, ou seja, modalidades que promovam o desenvolvimento de conhecimento profissional adequado à prática pedagógica em contextos específicos, envolvendo determinados alunos, recursos, potencialidades, limitações, etc. Estas opiniões coincidem com as ideias de vários autores que defendem a importância das modalidades de formação “centradas na escola” (por oposição e contraste com a formação descontextualizada dominante) no desenvolvimento dos professores e das escolas (Barroso, 1996; Barroso e Canário, 1999; Schön, 1992). De acordo com Cristina, as acções de formação deverão apoiar o desenvolvimento de conhecimento didáctico, nomeadamente, do conhecimento relativo às estratégias mais adequadas à abordagem de determinados conteúdos disciplinares e à promoção de determinadas capacidades, em grupos de alunos com características específicas. Daí, a relevância de modalidades de “formação centrada na escola”.

5.2.5 Prática de Sala de Aula

O estudo envolveu a observação de uma sequência de 14 aulas planeada e implementada por Cristina (Dezembro de 2001 a Janeiro de 2002). Este conjunto de aulas centrou-se em tópicos programáticos (reprodução assexuada e sexuada, ciclo celular, mitose e meiose) que, na opinião do conjunto dos professores participantes, permitem a abordagem de questões controversas como, por exemplo, a clonagem ou a engenharia genética. A observação decorreu na única turma de Ciências da Terra e da Vida, do 11º ano, desta professora: uma turma constituída por 19 alunos, oriundos de um estrato sócio-cultural médio-elevado, com os quais Cristina mantém uma “óptima relação”.

“Para mim é uma turma de excelência. Eu tenho tido boas turmas aqui na escola, mas esta turma é muito boa. Há alunos fracos, mas é uma turma na sua maioria de alunos bons, que têm expectativas de futuro, e isso é muito

importante. Portanto, eles lutam para terem umas grandes notas porque querem ir para aqui ou querem ir para acolá. Mas depois também gostam de aprender (...) e às vezes gostam de ir mais além do que aquilo que se lhes dá. (...)

Há aqui gente bem formada e com potencialidades... Há miúdos muito inteligentes... e trabalhadores. Uns puxam pelos outros e ajudam-se muito uns aos outros. (...) Eu já trabalho com eles há dois anos, já os conheço muito bem. Estamos bem uns com os outros... À vontade. (...)

Portanto, eu acho que é um privilégio ter uma turma destas nos tempos de hoje.” (E3)

No conjunto das aulas assistidas, foi notória a preocupação de Cristina em diversificar estratégias e em evidenciar a relevância dos tópicos abordados, nomeadamente, através do estabelecimento de relações entre esses tópicos e alguns avanços científicos e tecnológicos actuais. As actividades realizadas implicaram o envolvimento activo dos alunos na observação de estruturas ou de fenómenos, na pesquisa de informação, na análise e discussão de questões controversas, na resolução de questionários, na apresentação de trabalhos... Outro aspecto relevante das aulas observadas foi o tipo de interacção verbal estabelecido, precisamente porque não se limitou a uma recitação de tipo pergunta-resposta-avaliação, dominada pela professora. Em várias aulas, especialmente nas que envolveram discussão, o discurso foi dominado pelos alunos e Cristina remeteu-se a um papel de orientadora.

Para a sequência de aulas a observar, Cristina planeou um conjunto de actividades que, na sua opinião, permitia alcançar um objectivo duplo: (1) a aprendizagem de conceitos básicos de genética (mitose e meiose), indispensáveis à compreensão do processo reprodutor e hereditário; e (2) a “preparação dos alunos para a vida” e “para a tomada de decisões como cidadãos” através da promoção de capacidades de análise e discussão de temáticas actuais e socialmente relevantes.

“Eu gostaria de formar os alunos não só como... terem alguns conhecimentos de Biologia, porque são fundamentais hoje em dia e para a sua vida também, mas formá-los para eles serem elementos úteis para a sociedade, contribuir para isso...” (E3)

Para a concretização destes objectivos, e a partir dos recursos disponíveis, propôs um conjunto diversificado de actividades de sala de aula: observação de

estruturas e fenómenos com instrumentos laboratoriais, discussões em grupo, realização de fichas de trabalho e projecção de animações. Na sua opinião, cada uma destas actividades permite atingir objectivos específicos e corresponder aos diferentes métodos de aprendizagem dos alunos. Acredita que a aprendizagem dos conceitos em questão, bastante abstractos, é facilitada pela observação das estruturas e dos fenómenos envolvidos e, por isso, recorreu a fotografias do manual escolar e privilegiou actividades de observação: a) de diferentes tipos de reprodução em exemplares de plantas com o auxílio de lupas binoculares; b) de células em diferentes fases do ciclo celular através da utilização de microscópios; e c) de animações do processo mitótico apresentadas numa projecção multimédia. A importância dos fenómenos em estudo foi ilustrada por exemplos relacionados com avanços científicos e tecnológicos actuais na área da cultura de tecidos, engenharia genética, terapia génica e clonagem.

Com o objectivo de “preparar os alunos para a vida” e promover a reflexão sobre a ciência e a tecnologia e as suas inter-relações com a sociedade, Cristina recorreu a duas actividades de discussão sobre um assunto controverso, bastante actual, relacionado com os conceitos em estudo: a clonagem. Com a primeira actividade, pretendeu que cada grupo de alunos reflectisse e construísse uma opinião crítica acerca das eventuais vantagens e desvantagens da clonagem de plantas e animais. Para tal, propôs a análise e a discussão de artigos publicados em jornais, em revistas e na *Internet*. Com a segunda actividade de discussão, procurou estimular a reflexão sobre as implicações (biológicas, sociais, éticas...) da clonagem humana. Cada grupo de alunos construiu uma história sobre a clonagem de um ser humano, a partir de um enredo comum apresentado num texto. Cristina tem a convicção de que estas actividades são aliciantes para os alunos e facilitam (1) a construção de conhecimentos, relevantes para a sua vida futura, e (2) o desenvolvimento de capacidades de reflexão e de argumentação indispensáveis à sua participação e envolvimento em processos decisórios.

“Em relação às actividades sobre clonagem, o problema está na ordem do dia, e dá-lhes uma perspectiva da importância dos fenómenos que estudamos, para eles tomarem decisões como cidadãos, e isso acho que é fundamental. (...) O que interessa é terem material diversificado para eles

poderem ter a sua opinião, fazer escolhas, opções... Porque nem tudo o que os jornais dizem também é verdade...

(...) Também é importante que eles se preparem para entrar em discussões.

(...) Portanto, é importante o tema em si, mas também é importante outra coisa: que eles trabalhem em grupo sobre o tema para arranjam dados, para depois poderem argumentar (...) para começarem a esgrimir as suas ideias. Acho isso muito importante. Eu acho que é uma preparação para a vida, não propriamente só para a Biologia.” (E3)

O entusiasmo da professora durante as várias actividades foi evidente e pareceu contagiar os alunos. O clima de sala de aula, afectivamente acolhedor e intelectualmente estimulante, facilitou a interacção entre os alunos e a professora. As aulas sobre clonagem decorreram de forma particularmente animada, tendo sido discutidos diversos assuntos: a) os tipos de clonagem; b) as possíveis aplicações da clonagem de plantas e animais; c) a possibilidade da clonagem de assassinos e ditadores; d) o peso da hereditariedade e do ambiente na definição do aspecto físico e da personalidade das pessoas; e) as implicações éticas da clonagem humana; f) a actividade dos cientistas; e g) o papel da comunidade científica, do estado e dos cidadãos no controlo da investigação. Nestas aulas, o entusiasmo de Cristina foi particularmente acentuado, tendo participado activamente nas discussões, pedindo esclarecimentos, apresentando informações, recapitulando argumentos e gerindo as intervenções dos alunos.

Pelas observações efectuadas, constata-se que a prática de Cristina inclui vários elementos identificados, pela literatura recente, como característicos de um bom ambiente de aprendizagem. De acordo com Simons, van der Linden e Duffy (2000), as competências exigidas pela sociedade actual (de carácter durável, flexível, funcional, significativo, generalizável e aplicável) requerem uma aprendizagem orientada pela pesquisa, contextualizada (com ligações nítidas à vida real), centrada em problemas e casos reais (favorecendo a contextualização e a motivação), socialmente construída (envolvendo interacções directas e indirectas com uma grande diversidade de pessoas) e motivada intrinsecamente (capaz de despertar o interesse dos alunos). Na opinião destes autores, a satisfação destas novas exigências só será possível através de uma aprendizagem mais activa e vivencial.

No final do conjunto de aulas observadas, Cristina sentia-se visivelmente satisfeita com os resultados obtidos relativamente à qualidade dos trabalhos e das interacções estabelecidas, à compreensão dos fenómenos em estudo, ao “desenvolvimento de uma atitude crítica relativamente às notícias” sobre questões científicas e tecnológicas, à reflexão sobre a construção e a evolução do conhecimento científico, bem como ao grau de satisfação dos alunos. No entanto, considera que há sempre algo a melhorar e, na próxima oportunidade, gostaria de apresentar um filme ilustrativo da dinâmica da mitose e da meiose.

Durante o planeamento e a realização das várias aulas, Cristina revelou um conhecimento didáctico considerável, nomeadamente no que respeita: a) às finalidades e objectivos para o ensino e a aprendizagem das Ciências da Terra e da Vida; e b) à selecção e gestão das estratégias mais adequadas à sua concretização com o seu grupo específico de alunos. No decurso das aulas, manifestou grande experiência e segurança na implementação dos diferentes tipos de actividade, gerindo o tempo de uma forma eficaz, antecipando-se às dificuldades, controlando comportamentos menos adequados, acompanhando e estimulando o trabalho dos alunos.

Ao longo das várias aulas, foi evidente o impacto das concepções de Cristina acerca da natureza, do ensino e da aprendizagem da ciência na sua prática de sala de aula. À semelhança de alguns resultados obtidos por Lederman (1999), a congruência entre as concepções desta professora e a sua prática de sala de aula parece ter sido fortemente influenciada pelos objectivos educacionais por ela definidos. Outro factor, decisivo para esta consistência, terá sido o tipo de formação inicial (estágio) e contínua (cursos da Fundação Calouste Gulbenkian), que lhe permitiu “aprender fazendo” (como ela própria preconiza) e lhe inculuiu o gosto e a confiança na experiência constante de novas abordagens, metodologias e actividades de ensino. Conforme constataram Stofflett e Stoddart (1994), os professores que vivenciam abordagens activas de aprendizagem têm uma maior tendência a utilizarem este tipo de abordagem com os seus alunos.

As suas ideias sobre o empreendimento científico, nomeadamente acerca das suas relações com a tecnologia e a sociedade e do carácter provisório e dinâmico do conhecimento científico, reflectiram-se nas estratégias que propôs sobre a controvérsia da clonagem e na forma como conduziu a discussão dessa temática. Ao contrário de outros casos descritos pela investigação (Brickhouse, 1990; Duschl e Wright, 1989; Lederman e Zeidler, 1987), a extensão do currículo e a pressão para cobrir os conteúdos não impediram Cristina de abordar de forma explícita aspectos da natureza da ciência. Vários factores parecem ter contribuído para a elevada consistência entre as suas concepções acerca da natureza da ciência e a prática de sala de aula: a) a importância que atribui ao ensino destes aspectos; b) a sua intenção de abordar explicitamente esta temática; c) o nível de conhecimentos acerca da natureza da ciência e de estratégias necessários ao seu ensino; e d) a forma como desenvolve o currículo, adaptando-o às necessidades de cada turma, em particular, e da sociedade, em geral. Durante os últimos anos, algumas investigações têm revelado a importância de alguns destes factores como condicionantes da inclusão de aspectos da natureza da ciência nas aulas de ciências (Abd-El-Khalick, Bell e Lederman, 1998; Schwartz e Lederman, 2002).

No caso de Cristina, constatou-se ainda o impacto das suas concepções acerca do ensino e da aprendizagem das ciências na sua prática, nomeadamente: a) na diversificação de estratégias; b) na concepção e realização de actividades que exigiam uma participação activa dos alunos; c) na implementação de um ensino centrado no desenvolvimento de capacidades e na construção de conhecimentos relevantes para a vida; e d) no recurso a temas actuais e relevantes como ponto de partida para actividades de pesquisa e discussão sobre as potencialidades e limites do conhecimento científico e tecnológico.

5.3 O CASO DE AMÉLIA

“A ciência não pode ser apresentada como um prato já feito (...) mas...”

Amélia é licenciada em Biologia (Ramo Educacional) pela Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa e lecciona há 19 anos. Contrariando a vontade de seu pai, optou pelo curso de Biologia em detrimento do de Engenharia Química ou de Medicina, uma opção influenciada, decisivamente, pela sua professora de ciências do antigo 7º ano do Liceu: “uma professora excepcional”. No entanto, o ramo educacional foi uma decisão posterior a outras possibilidades não concretizadas, nomeadamente, uma carreira na área de Genética ou de Biologia Vegetal.

“Eu gostava muito da Genética e a professora tinha-me, mais ou menos, dado a entender que eu teria estágio, ou então eu teria percebido mal, não sei. Depois ainda havia outra hipótese na Estação Agronómica (...) mas não se concretizou... Lembro-me de ter “chorado baba e ranho” na reitoria. Quando lá passo, lembro-me sempre, porque eu tive que fazer aquele papel em que eu ia para o estágio, pronto, eu ia ficar colocada obviamente para o estágio educacional (...) porque todas as outras hipóteses não tinham qualquer viabilidade.” (E1)

Actualmente, gosta de ser professora de Biologia apesar de pensar, frequentemente, nos seus desejos profissionais não concretizados. Afirma que a sua melhor qualidade como professora é a organização, uma característica que lhe facilita o ensino e a aprendizagem de conceitos mais complexos e se revela útil nos diferentes aspectos da vida.

Amélia apenas trabalhou fora da área de Lisboa, em Coruche, durante um ano, altura em que obteve a nomeação definitiva. Ao longo do seu percurso profissional, leccionou, essencialmente, disciplinas do Ensino Secundário e exerceu funções de directora de turma, de delegada de grupo e de coordenadora de departamento. Durante os últimos anos tem leccionado a disciplina de Ciências da Terra e da Vida (10º e 11º anos).

Trabalha há 14 anos numa escola secundária dos arredores de Lisboa que, em tempos, foi “muito complicada” devido aos inúmeros problemas disciplinares e

de insucesso escolar e à proximidade de um “bairro de lata” conhecido pelo tráfico de droga e pela marginalidade (Escola X). No entanto, recorda que a escola nunca se resignou a esta situação, tendo desenvolvido inúmeras iniciativas no sentido de melhorar a qualidade do relacionamento entre os alunos de diferentes etnias e de incentivar o seu interesse pela escola. Assim, têm sido dinamizados, por exemplo: (1) vários clubes, nomeadamente, o de música cabo-verdiana e angolana; (2) festas temáticas; (3) semanas gastronómicas referentes a diferentes culturas; e (4) uma ludoteca. Durante o ano de 2001, a demolição desse bairro e o realojamento da sua população em várias zonas do concelho tiveram um impacto positivo no ambiente da escola. Contudo, a escola mantém uma população multi-étnica bastante diversificada (muitos alunos mudaram de local de residência, mas continuam a frequentar a mesma escola), com um nível de desempenho bastante assimétrico. Mas o corpo docente continua empenhado e mantém um dinamismo considerável, traduzido no conjunto de iniciativas em curso.

Amélia considera que o seu grupo disciplinar também contribui para o dinamismo da escola, através da realização de vários projectos: (1) o projecto de *Educação Sexual* centrado em questões de educação sexual; e (2) o projecto de *Ambiente e Saúde*, no âmbito do qual se têm desenvolvido várias acções de sensibilização para a preservação do ambiente e da saúde. A sua participação pessoal tem incidido na dinamização de acções de sensibilização sobre doenças sexualmente transmissíveis nas turmas do Ensino Secundário.

Contudo, lamenta que no seu grupo disciplinar o trabalho individual prevaleça sobre o trabalho colectivo o que, na sua opinião, limita bastante a quantidade, a diversidade e o interesse das estratégias realizadas pelos professores nas suas aulas. Acredita que o trabalho de grupo e a consequente partilha de ideias e de recursos permitiriam a concepção e a implementação de um maior número de estratégias interessantes, passando cada professor a dispor não só das suas ideias e propostas, mas também das dos seus colegas. No entanto, a disparidade de horários tem dificultado esta colaboração.

“(...) no início de cada ano lectivo as pessoas (...) tentam, estão animadas de muito boas intenções, mas depois eu acho que acaba por prevalecer o

trabalho individual, embora haja sempre dentro de cada disciplina e de cada ano que se está a leccionar duas pessoas que trabalham mais em conjunto, duas ou três, mas depois há sempre alguém que não... ou porque tem um horário mais à tarde ou porque vem mais de manhã, acaba sempre por falhar qualquer coisa.” (E1)

Como momento mais marcante da sua actividade profissional destaca o seu estágio, período em que tomou consciência das suas capacidades e qualidades como professora e durante o qual adoptou definitivamente a carreira docente. Contudo, considera que muitos acontecimentos, ao longo de cada ano, acabam por ser marcantes: as visitas de estudo, as turmas muito interessantes, as turmas difíceis, as cartas e as visitas que recebe de antigos alunos e os alunos que morreram por consumo de droga.

Actualmente, Amélia vive uma fase bastante agitada da vida pessoal, pois tem que prestar apoio aos seus filhos, de 5 e 8 anos, e aos seus pais idosos, com problemas de saúde. Praticamente, não tem tempos livres e é com grande esforço e sacrifício que consegue tempo para frequentar acções de formação.

5.3.1 Concepções sobre o Conhecimento Científico e Tecnológico

Amélia sente-se cativada pela ciência e pela tecnologia. Acredita que o professor desempenha um papel importante na iniciação e na motivação dos alunos face ao conhecimento científico e tecnológico, uma tarefa que nem sempre é fácil, dada a constante evolução destas áreas do conhecimento.

“A ciência é uma maravilha, é uma maravilha muito complicada e que cabe ao professor esmiuçar e tornar mais fácil e também despertar o interesse nos alunos.”

“A tecnologia é fascinante! A tecnologia é qualquer coisa que em cada dia nos supera, e que os alunos têm já muito mais conhecimentos das novas tecnologias do que, às vezes, o professor. O meu filho, por exemplo, e só tem 8 anos, domina muito mais do que eu. E é algo que em cada dia nos supera e nós temos que ver se vamos rodando para ir também acompanhando.” (E1)

Entende a ciência como um processo dinâmico, em constante discussão e evolução, “que existe para modificar e para melhorar a vida do Homem”, apesar de

algumas utilizações negativas conhecidas. Acredita que o conhecimento científico se distingue da opinião pela sua “maior fundamentação”, ou seja, por ter “cumprido toda uma série de provas” através de procedimentos experimentais e de discussão pela comunidade científica. Considera improvável que algumas teorias venham a ser postas de parte, dado “o nível de discussão e de estudo” em torno delas; no entanto, admite que possam ser “alteradas” e “melhoradas” através de novas descobertas. Amélia tenta desenvolver nos seus alunos esta noção de ciência em evolução, marcada por descobertas e polémicas constantes.

“(…) Pretendo que eles [os alunos] fiquem com a ideia de que em ciência nada é definitivo. Conhecimento científico, à partida, já cumpriu toda uma série de provas e está instituído como conhecimento válido, mas a ciência é pesquisa contínua, esse conhecimento pode ainda vir a sofrer alterações. (...) A investigação não pára e essa investigação traz em cada dia dados novos à discussão. Portanto, esta ideia de que a ciência é no seu trabalho e na sua investigação algo que muda e também que a ciência existe para modificar e para melhorar a vida do homem e que o inverso nunca se deveria verificar embora, claro, nós sabemos que isso também acontece.” (E1)

Relativamente à tecnologia, associa-a a instrumentos e técnicas desenvolvidas em consequência da aplicação de conhecimento científico. Vários estudos têm revelado que a associação da tecnologia à aplicação da ciência e aos produtos tecnológicos é partilhada por muitos professores de ciências (Acevedo, Vasquez e Manassero, 2002; Bem-Chaim e Zoller, 1991; Zoller, Donn, Wild e Beckett, 1991). Amélia, apesar de sentir um fascínio pela evolução extremamente rápida e pelo impacto positivo de muitas tecnologias, reconhece os efeitos colaterais negativos e os objectivos destrutivos de algumas outras. Considera que tanto a tecnologia como a ciência são empreendimentos humanos e, como tal, influenciados por valores, interesses, pressões, entre outros aspectos.

Como exemplos de temáticas científicas e tecnológicas marcadas pela controvérsia, refere a clonagem, a utilização de embriões em investigação, o tratamento dos lixos e a co-incineração. Amélia sente-se “fascinada” pelas potencialidades da clonagem no que respeita ao eventual tratamento de doenças; por isso, concorda com a investigação nesta área. No entanto, não admite a clonagem com fins reprodutivos. Quanto à utilização de embriões em investigação,

esta professora confessa-se profundamente dividida: por um lado, valoriza os avanços científicos que advêm desse tipo de investigação mas, por outro lado, as suas convicções religiosas suscitam alguma revolta pela destruição de “vidas humanas em potência”.

“Tenho relutância em aceitar que para estas experiências todas há um sem número de embriões que são utilizados, sacrificados. E, para mim já está ali uma vida humana em potência. (...) Eu não sou investigadora mas acho que, pela formação que tenho, católica, se eu estivesse nesse mundo tinha que reflectir muito! Assim, às vezes, pelo avanço da ciência, tento nem ouvir algumas coisas. Devia revoltar-me, mas também acho que a ciência deve evoluir, se calhar também é esse o único caminho para evoluir. Mas, por outro lado, também me pesa que realmente não se aceite que está ali uma vida.” (E1)

Na sua opinião, dada a grande quantidade de lixo tóxico que não é tratado nem destruído, a co-incineração é um mal necessário que apenas deverá funcionar em zonas pouco povoadas, de modo a minimizar o seu impacto na população. Amélia lastima a forma obscura como o processo da co-incineração tem sido conduzido em Portugal.

“Eu acho que tem que haver incineração, tem que haver tratamento dos lixos. Agora, não tenho os conhecimentos de engenharia (...) para escolher um ambiente onde isso pudesse ser feito sem riscos. Eu acho que traz riscos, pronto, desde que haja emanações de dioxinas, há riscos. Agora, há riscos e riscos. Claro que se vão, como naquele caso de Souselas, implantar a fábrica no meio de uma população que, ainda por cima, já tem uma taxa de cancro elevada... (...) Acho que não é uma boa opção, acho também que tudo aquilo que foi feito não foi muito claro no nosso país. É claro que há sempre um problema porque a comissão científica “deu o dito por não dito”, aqueles investigadores da Universidade de Coimbra. Depois o Governo também deve sofrer imensas pressões... Mas eu acho que o tratamento dos lixos tem que existir. Os aterros não são solução, porque a quantidade que se produz é tão elevada que é impraticável haver aterros para todo o tipo de lixo e aqueles que são mesmo perigosos, provavelmente terão que ser incinerados.” (E1)

No entanto, acredita que a solução das questões ambientais resultantes da produção de lixo passa, decisivamente, pela educação da população no sentido da diminuição do desperdício e do aumento da reciclagem de vários materiais. Assim, como professora de ciências, sente que pode e deve desempenhar um papel bastante importante na educação cívica dos alunos sobre esta problemática.

Através das afirmações de Amélia, depreende-se uma concepção da ciência e da tecnologia como empreendimentos humanos em constante evolução, condicionados por enquadramentos pessoais, sociais, institucionais e políticos, com impactos maioritariamente positivos nas condições de vida da população.

5.3.2 Concepções sobre o Ensino das Ciências da Terra e da Vida

Amélia aprecia a sua profissão, mas revela alguma insatisfação motivada pela passividade e desinteresse de alguns alunos e pela ausência ou inacessibilidade de alguns recursos. Na sua opinião, “a ciência não pode ser apresentada como um prato já feito”, tornando-se indispensável envolver os alunos na construção do conhecimento. Logo, reconhece a necessidade de “um outro tipo de ensino”, capaz de motivar os alunos e de estimular as suas capacidades de pensamento. Contudo, considera os seus esforços insuficientes para alterar uma atitude passiva interiorizada ao longo de vários anos e que continua a ser fomentada em muitas aulas:

“Eu sinto-me bem, mas tenho muitas vezes a noção (...) que aquilo que se passa na minha aula não é suficiente para os alunos. Porque eu quero que eles pensem, eu quero que eles construam o seu conhecimento, eu estou ali para orientar, mas às vezes é difícil porque eles estão habituados a serem passivos...”

(...) Sinto-me bem, mas (...) gostava de me sentir melhor porque a ciência não pode ser assim apresentada como um prato já feito... e que os alunos se habituassem a pensar por eles. Mas só que isso não pode ser só, pronto, eu na minha aula, eu ali nas minhas 4 paredes. Isso (...) exigiria que eles já desde muito cedo estivessem habituados a pensar e a criticar.

(...) Acho que seria preciso um outro tipo de ensino. Teria que ser desde o início, desde os primeiros anos, os alunos empenhados, empenhá-los a eles na construção dos assuntos que é preciso que interiorizem. E, para isso, logo a disposição da aula teria que ser diferente, pronto, era uma das coisas, e os alunos pensarem que a aula é um espaço para eles trabalharem e não para estarem ali a ouvir o professor. (...) Nós também tínhamos que ter meios mais diversificados.” (E1)

Amélia considera que o ensino das ciências é fundamental porque permite, entre outras finalidades, a apropriação de conhecimentos (1) necessários ao

prosseguimento de estudos, ou seja, ao ingresso no Ensino Superior; e (2) indispensáveis a qualquer cidadão, como, por exemplo, noções sobre o funcionamento do próprio corpo. Logo, lastima que muitos alunos nunca abordem determinados temas, nomeadamente, o ciclo biológico do homem, dada a extensão do currículo de Ciências Naturais, do 8º ano, e a ausência de disciplinas de ciências em vários agrupamentos do Ensino Secundário. Não concorda com o desaparecimento da disciplina de Ecologia, ocorrido há alguns anos, a qual permitia a exploração de assuntos indispensáveis à “formação global dos alunos enquanto cidadãos”.

Esta professora acredita que se “aprende construindo” e que a aprendizagem é um processo de construção diário, no qual a experimentação desempenha um papel crucial. Atribui grande importância à realização de actividades experimentais pouco estruturadas, sem protocolo e com espaço para a iniciativa e a criatividade dos alunos na definição dos procedimentos e na exploração de vários materiais. Este tipo de actividade, sem imposição de uma metodologia rígida, poderá veicular uma concepção de ciência como empreendimento criativo aberto a diferentes tipos de abordagem.

“Eles aprendem ciência através da experimentação. (...) O fazer é fundamental. Mas não é aquele fazer tipo “Hoje temos aqui um protocolo experimental: ponto 1, ponto 2, ponto 3, vocês vão fazer isto tudo certinho e depois vão tirar as conclusões.”, que aquilo não leva a nada. (...) São eles que quase criam a maneira como vão fazer a aula e isso é muito mais produtivo do que o livro e o protocolo “Corte um quadradinho de cebola, destaque a epiderme...” e não sei quê. Claro que eles olhando para a cebola têm a noção que não vão pôr a cebola toda no microscópio e a partir daí... Nesse dia não há só cebola, há outros materiais biológicos... Eu acho que este tipo de experimentações é mais produtivo para os alunos.” (E1)

Atribui, ainda, um papel de destaque à discussão (de videogramas e de artigos de jornais e/ou revistas, sobre os temas a abordar) na construção do conhecimento. Discorda totalmente de aulas sem discussão, baseadas exclusivamente no discurso do professor e na realização de fichas ou de exercícios do livro.

“Cada um vai expressando as suas ideias e eu acho que a pessoa constrói, vai aprendendo dessa maneira, modificando até, às vezes, pensamentos que tem e que até não são correctos mas podendo pô-los à discussão e ouvindo as ideias.” (E1)

No entanto, na sua opinião, a exequibilidade das actividades experimentais e de discussão é condicionada pela extensão de alguns currículos e pelas características das turmas. A título de exemplo, refere a sua turma actual, de 11º ano, de Ciências da Terra e da Vida: o mau comportamento destes alunos, associado à extensão do currículo e à pressão do grupo disciplinar para o seu cumprimento, tem inviabilizado a realização deste tipo de actividades. E acrescenta que o comportamento da turma é de tal modo inapropriado que até as actividades de discussão têm que ser meticulosamente estruturadas. Por outro lado, nas suas turmas actuais de 10º ano, de Ciências da Terra e da Vida, o comportamento mais adequado dos alunos e um currículo menos extenso permitem a implementação dessas actividades.

Amélia sente que a sua actividade docente também é condicionada pela dificuldade de acesso aos computadores da escola (utilizados, predominantemente, para as aulas de Introdução às Tecnologias da Informação), o que inviabiliza a utilização de programas informáticos e a realização de relatórios e de trabalhos de pesquisa nas aulas. Está convicta de que uma forma de esbater as desigualdades sociais passa pela realização destes trabalhos na escola, pois quando são feitos em casa, onde muitos alunos não têm acesso a computadores, os produtos finais são, forçosamente, desiguais e as avaliações injustas.

Pelas afirmações desta professora, depreende-se: a) uma concepção de ensino que não se limita à apresentação de conteúdos disciplinares (os “produtos da ciência”) e à preparação dos alunos para provas de exame, envolvendo também a realização de actividades capazes de motivar os alunos e de promover o desenvolvimento de capacidades de pensamento indispensáveis à autonomia intelectual de qualquer cidadão; e b) uma concepção sócio-construtivista da aprendizagem que associa este processo à construção de conhecimentos e ao desenvolvimento de capacidades intelectuais, através da interacção e do

envolvimento activo dos alunos (César, 2001; Doise, Mugny e Perret-Clermont, 1975; von Glasersfeld, 1993; Vygotsky, 1978). Estas concepções encontram-se em sintonia com os objectivos do Ensino Secundário e do currículo de CTV (Ministério da Educação, 1991a, 1991b). No entanto, Amélia refere alguns factores que parecem dificultar a consistência entre estas concepções e a sua prática de sala de aula: a) a passividade e o desinteresse de alguns alunos; b) a ausência ou inacessibilidade de alguns recursos; e c) a extensão de alguns currículos e o facto de não mencionarem explicitamente alguns tópicos socialmente relevantes.

5.3.3 Concepções sobre a Discussão de Assuntos Controversos na Sala de Aula

Amélia destaca a necessidade de alertar, informar e esclarecer os alunos relativamente a inúmeras notícias sensacionalistas, relacionadas com questões científicas e tecnológicas actuais, veiculadas pelos meios de comunicação social. Na sua opinião, muitos destes artigos são produzidos mais pela “vontade de vender notícias” do que pela vontade de informar a população. Logo, perante esta situação, e dada a relevância social dessas questões, considera indispensável preparar os alunos para a análise crítica de notícias que “a todos dizem respeito”. Para tal, já tem promovido, nas suas aulas, sessões de análise e discussão de artigos de jornais e de revistas recolhidos pelos alunos.

“O ano passado foi muito giro! Numa das aulas, eles trouxeram várias notícias e nós analisámos e discutimos. A estratégia é assim: lê-se a notícia, depois vemos o que é especulativo, às vezes até incorrecto em termos científicos. (...) Acho importante [discutir esses assuntos com os alunos]. Acho que devem ser esclarecidos e, principalmente, devem estar alertados e motivados para ler notícias que dizem respeito a todos nós. (...) São temas actuais.” (E1)

Esta noção de Amélia tem sido defendida por vários autores e apoiada pela investigação. Actualmente, é amplamente reconhecido que a educação em ciências não se limita à sala de aula, passando também por programas de televisão, filmes, artigos de jornal, livros, museus, centros de ciência e conversas com colegas,

familiares, professores e cientistas (Dhingra, 2003; Lewenstein, 2001). Contudo, frequentemente, os meios de comunicação social apresentam uma imagem sensacionalista da ciência e uma imagem deturpada do cientista (Nelkin, 1995). A investigação sugere que os meios de comunicação social têm sido particularmente responsáveis pela veiculação de ideias estereotipadas acerca da natureza da ciência e da actividade dos cientistas (Aikenhead, 1988; Fort e Varney, 1989; Liakopoulos, 2002). A imprensa sensacionalista é vista pelos professores de ciências como uma fonte de desinformação, preconceito e propaganda acerca de vários assuntos como, por exemplo, a engenharia genética, a fertilização *in vitro* e a clonagem (Levinson e Turner, 2001). Consequentemente, alguns autores realçam a importância dos professores prepararem os alunos para uma leitura crítica das notícias veiculadas pelos meios de comunicação social que lhes permita construir opiniões pessoais acerca das questões sócio-científicas com que são confrontados (Millar e Osborne, 1998; Zimmerman, Bisanz e Bisanz, 1999).

Apesar de identificar alguns assuntos controversos relacionados com tópicos dos currículos de Ciências da Terra e da Vida (por exemplo, a clonagem, a engenharia genética, a SIDA), considera existirem vários factores que dificultam a sua discussão nas aulas: 1) o facto dos currículos destas disciplinas não mencionarem, explicitamente, alguns assuntos controversos como conteúdos a abordar; 2) a inexistência de referências explícitas à realização de actividades de discussão de assuntos controversos nas sugestões metodológicas destes currículos; 3) a grande extensão do currículo do 11º ano e a consequente falta de tempo para a realização de actividades de discussão (apesar de alguns dos conteúdos curriculares se relacionarem com várias questões científicas e tecnológicas controversas); 4) a ausência de tópicos que envolvam questões controversas no currículo de CTV do 10º ano, apesar do currículo desta disciplina, menos sobrecarregado de conteúdos, permitir a realização de actividades de discussão de assuntos controversos; 5) a obrigatoriedade, imposta pelo grupo disciplinar, de “cumprimento” dos currículos”; e 6) o comportamento pouco adequado e o desinteresse de alguns alunos. Assim, acaba por realizar algumas actividades de discussão de assuntos controversos, mas unicamente quando o

comportamento dos alunos o permite e quando o “cumprimento do programa” não é comprometido. Alguns dos factores limitantes apontados por Amélia, nomeadamente os constrangimentos de tempo resultantes de um currículo demasiado rígido, extenso e sobrecarregado de conteúdos, são referidos, por exemplo, pela maioria dos professores de ciências ingleses e galeses (Levinson e Turner, 2001).

O discurso de Amélia evidencia uma valorização destas actividades no estabelecimento de relações entre os conteúdos científicos abordados nas aulas e alguns desenvolvimentos científicos e tecnológicos recentes e na preparação dos alunos para uma análise crítica da informação disponibilizada pelos meios de comunicação social acerca dessas inovações. Outras potencialidades da discussão de assuntos controversos realçadas pela investigação, nomeadamente, no desenvolvimento de capacidades de análise e avaliação de informação (Wellington, 1986) e de argumentação (Solomon, 1992) e no desenvolvimento social e moral dos alunos (Gall e Gall, 1976, 1990), são omitidas por esta professora.

5.3.4 Concepções sobre a Formação Contínua de Professores

Ao longo dos últimos anos, Amélia frequentou várias acções de formação motivada pelo desejo de melhorar a sua eficácia como professora. Preferiu, principalmente, acções de formação com uma dimensão prática considerável que pudessem traduzir-se num impacto positivo na sua prática pedagógica e na sua capacidade de motivar os alunos. A sua opinião relativamente à maioria das acções de formação que frequentou revela-se bastante positiva. Destaca, pela sua aplicação prática imediata, uma acção sobre informática, onde aprendeu a utilizar o computador na produção de materiais para as suas aulas. Apenas uma acção de formação, sobre prática pedagógica, frustrou as suas expectativas dado o seu teor excessivamente teórico, em total dissonância com os objectivos propostos pelos formadores. Contudo, refere que mesmo assim conseguiu aprender algo de útil para as suas aulas. Em relação às restantes acções que frequentou, centradas na

didáctica das ciências e na pedagogia, em geral, refere sempre algum impacto positivo num ou noutro aspecto da sua actuação como professora.

Para Amélia, a acção de formação ideal...

“é aquela em que a pessoa obtém resposta na hora às dificuldades sentidas. (...) O ideal será a parte prática prevalecer sobre a teórica e a pessoa ver esclarecidas as dúvidas que tem.” (E1)

Actualmente, motivada pelas mesmas razões que a levaram a frequentar outras acções, gostaria de ter formação sobre a utilização de material informático (nomeadamente, sensores e folhas de cálculo) na realização de actividades laboratoriais. Gostaria, ainda, de frequentar as acções de formação sobre conteúdos disciplinares específicos de Biologia ou Geologia organizadas pela Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa ou pela Ordem dos Biólogos. No entanto, os horários de funcionamento anunciados têm inviabilizado a sua participação uma vez que coincidem com os períodos em que os seus filhos não podem prescindir da sua presença.

As afirmações desta professora permitem constatar uma concepção de desenvolvimento profissional que não se restringe ao conhecimento de conteúdo disciplinar, envolvendo o desenvolvimento de outros domínios, importantes para a sua eficácia como professora, como o conhecimento do processo instrucional e o conhecimento dos alunos e dos seus processos de aprendizagem. Depreende-se, também, alguma capacidade para integrar no seu repertório didáctico algumas das estratégias, metodologias e actividades utilizadas nas acções de formação e que, de acordo com as suas afirmações, poderão ter repercussões positivas na sua prática pedagógica, nomeadamente, na sua capacidade de motivar os alunos.

5.3.5 Prática de Sala de Aula

Ao longo de um mês, procedeu-se à observação de uma sequência de 13 aulas, planeadas e leccionadas por Amélia (de Dezembro de 2001 a Janeiro de 2002). Conforme sucedeu com os restantes professores participantes no estudo,

foram observadas as aulas correspondentes aos tópicos “Reprodução assexuada e sexuada”, “Ciclo celular”, “Mitose” e “Meiose”: Tópicos programáticos que, na opinião de Amélia e dos outros participantes, estão relacionados com assuntos controversos actuais (nomeadamente, a engenharia genética e a clonagem).

As observações decorreram na única turma de Ciências da Terra e da Vida, do 11º ano, desta professora: uma turma constituída por 17 alunos, maioritariamente rapazes, “bastante desmotivados”, com um desempenho académico fraco e “expectativas muito baixas relativamente à escola e ao seu futuro”. Ao longo do ano lectivo, Amélia não conseguiu alterar as características da turma: a passividade, o desinteresse e as conversas entre os alunos mantiveram-se, independentemente do tipo de actividade realizado, o que acabou por originar alguns sentimentos de desânimo e frustração patentes na forma pouco entusiasmada como geriu as suas aulas. Contudo, a sua relação com os alunos nunca se tornou conflituosa.

Para a sequência de aulas, Amélia planeou um conjunto de actividades que permitisse aos alunos: a) conhecer os processos de mitose e meiose; b) compreender “a importância da reprodução assexuada e sexuada”; e c) reflectir sobre as potencialidades, as limitações e as consequências da clonagem humana. Na sua opinião, a discussão deste tema justifica-se pelo facto de se relacionar com os tópicos do currículo, pela controvérsia que tem suscitado e pela necessidade de preparar os alunos para a análise crítica das inúmeras notícias sobre este assunto, por vezes incorrectas ou tendenciosas, veiculadas pelos meios de comunicação social.

“Os alunos devem ser exercitados a pensar sobre estes temas, sobre as questões de que falam os meios de comunicação, para poderem formular uma opinião, fazer uma crítica relativamente a um tema [a clonagem] que tem dado que falar e que ainda vai dar que falar durante os tempos mais próximos.

Porque a pessoa é bombardeada com tanta informação! Logo, deve conseguir retirar daí aquilo que é útil, e o que não é útil...

Acho que a pessoa deve conseguir perante uma notícia que ouve, emitir um juízo de valor. Não se deve limitar a absorver tudo... A pessoa deve pensar! Mas ninguém consegue pensar sobre um assunto se não o compreender minimamente. Claro que a escola não pode falar de todos [os assuntos actuais], mas pelo menos deste que tem a ver com a parte científica...” (E3)

Para a concretização destes objectivos recorreu a três metodologias distintas: (1) explicação de conceitos e fenómenos com o auxílio de fotografias, esquemas, gráficos e animações multimédia; (2) realização e discussão de exercícios do manual escolar sobre os temas em estudo; e (3) análise e discussão de artigos, sobre clonagem, publicados em revistas. Decidiu não propor a utilização de microscópios na observação da divisão celular atendendo ao facto dessa actividade ser realizada na disciplina de Técnicas Laboratoriais de Biologia (Bloco II).

A maioria das aulas envolveu uma fase inicial de apresentação e discussão de novos conceitos, seguida de uma segunda fase destinada à aplicação imediata desses conceitos na resolução de exercícios do manual escolar. Nesta segunda fase, os alunos trabalhavam geralmente em pares enquanto a professora circulava pela sala esclarecendo dúvidas e supervisionando o trabalho. Posteriormente, as respostas eram discutidas pela professora e pelos alunos. Amélia acredita que esta é a única forma eficaz para estes alunos aprenderem os conceitos: “Eles têm que fazer a apreensão e depois logo a consolidação das aprendizagens, porque senão... o resultado é catastrófico” (E2).

A actividade de reflexão sobre clonagem ocupou dois tempos lectivos. Pretendia-se que cada grupo de alunos discutisse as vantagens e as desvantagens da clonagem e tomasse uma posição crítica relativamente a este assunto controverso. Para tal, inicialmente os alunos leram, analisaram e discutiram dois artigos publicados em revistas. No segundo tempo lectivo, foram apresentadas e discutidas as opiniões dos diferentes grupos.

Contrariamente às previsões de Amélia, a discussão sobre clonagem foi superficial e pouco animada, em consequência da falta de envolvimento e de interesse dos alunos. Com base em experiências pessoais anteriores, esta professora esperava uma participação mais activa dos alunos na actividade de discussão sobre clonagem; pensava que a actualidade e o teor controverso deste tema garantiriam uma discussão animada e produtiva em torno das diferentes opiniões dos alunos. No entanto, tal não sucedeu.

“Se eu pensar em termos do que já consegui noutros anos, as aulas ficaram aquém. Por exemplo, a clonagem... aquele diálogo que se estabeleceu... Eu tive que estar a espicaçar constantemente. (...)

O ano passado também houve aquele fenómeno mediático que foi a descodificação do genoma. Mas aí a discussão surgiu naturalmente... e evoluiu para a clonagem.” (E3)

O trabalho em grupos acabou por se limitar à identificação das vantagens e desvantagens da clonagem referidas nos textos, sem uma discussão crítica das mesmas, e a discussão alargada a toda a turma acabou por resultar numa interacção de tipo pergunta-resposta em que a participação dos alunos se limitou a respostas curtas às questões colocadas. O interesse evidenciado por poucos alunos e a insistência da professora (solicitando opiniões, estimulando a discussão entre os alunos e controlando comportamentos inadequados) permitiram a discussão de alguns assuntos: a) tipos de clonagem; b) possíveis aplicações da clonagem; c) ficção e realidade sobre clonagem; d) o peso da hereditariedade e do ambiente na definição do aspecto físico e da personalidade das pessoas; e) implicações sociais e éticas da clonagem humana; e f) o papel da comunidade científica, do estado e dos cidadãos no controlo da investigação.

Amélia, reflectindo sobre esta actividade, manifesta alguma surpresa pelo facto do recurso ao tema controverso da clonagem não ter garantido um maior envolvimento dos alunos na discussão. No entanto, conforme refere Solomon (1998), a utilização de assuntos controversos não é condição suficiente para despoletar o interesse. Na opinião desta investigadora, até mesmo a discussão sobre a engenharia genética, por exemplo, pode ser difícil de desencadear quando é apresentada de uma forma que não motiva os alunos. Por outro lado, de acordo com Solomon, a falta de envolvimento não implica forçosamente que os alunos não estejam interessados; poderá significar apenas que os alunos não estão a aprender de forma activa através da apresentação e discussão das suas ideias.

Amélia pensa que a insuficiente participação dos alunos é o resultado de uma atitude passiva e desinteressada, desenvolvida ao longo de vários anos de aulas expositivas que pouco ou nada contribuíram para o desenvolvimento das suas capacidades de pensamento. Esta explicação é apoiada pela opinião de alguns

autores. Gee (1996) considera que um ensino marcado por uma ênfase exagerada nos conteúdos conduz a uma consciência pouco analítica e reflexiva, limitando a capacidade para alguns tipos de leitura e reflexão críticas. Por sua vez, Levinson e Turner (2001) afirmam que os alunos habituados a práticas expositivas e ao desempenho de um papel passivo nas aulas de ciências poderão encarar a discussão como uma actividade ilícita que não se enquadra no tipo de actividade “esperada” para as aulas de ciências.

Para além dessa justificação, Amélia coloca a hipótese de ter solicitado uma tarefa que não motivou os alunos para a discussão. Henderson e Knutton (1990) referem que a utilização, exclusiva, de informação escrita (como base de discussão), pode constituir um obstáculo para os alunos com dificuldades de leitura. No entanto, estes mesmos autores defendem que as competências de leitura se desenvolvem e se aperfeiçoam com o envolvimento dos alunos nos temas em discussão. O facto de Amélia ter notado alguma insatisfação perante a proposta de leitura, análise e discussão de artigos de revistas, induziu-a a pensar que a motivação dos alunos poderia ter sido conseguida através do recurso a materiais e actividades mais aliciantes (nomeadamente, a discussão de um vídeo ou a discussão de um caso concreto). No entanto, nesta fase da sua vida pessoal, sente uma grande dificuldade em dispor do tempo necessário à concepção desse tipo de materiais e actividades:

“Provavelmente poderia investir noutras actividades, e até noutros materiais, mas eu tenho limitações, não adianta querer escondê-las: Eu não consigo despendar mais tempo com a preparação das aulas do que aquele que eu actualmente despendo. Porque eu tenho que dormir um número de horas mínimo...” (E2)

Esta professora sente que a partilha de ideias e o trabalho com os seus colegas de grupo facilitaria a resolução das dificuldades e dos problemas profissionais individuais e permitiria aumentar a quantidade, a diversidade e a qualidade das actividades e dos materiais de sala de aula disponíveis. Contudo, algumas incompatibilidades entre os elementos do grupo e o desfasamento de horários têm impedido o estabelecimento deste tipo de colaboração. Amélia sente-se desanimada e isolada.

As afirmações de Amélia revelam: a) capacidade de análise e de reflexão sobre as suas experiências em contextos de sala de aula e de formação contínua; e b) capacidade de construção de conhecimento relevante para a sua prática a partir dessas experiências. Contudo, o aspecto mais marcante que emerge das entrevistas e da observação das aulas de Amélia é a diversidade de factores que parecem afectar a congruência entre as suas concepções (acerca do ensino, da aprendizagem e da natureza das ciências) e a prática de sala de aula.

O seu desejo de implementar um ensino capaz de envolver os alunos na construção de conhecimentos e no desenvolvimento de capacidades de pensamento, através do recurso privilegiado a actividades experimentais e de discussão de assuntos controversos, acabou por ser bastante limitado por vários factores:

1. Restrições de tempo, impostas por um currículo demasiado extenso e pela obrigatoriedade do seu “cumprimento”, impediram a realização de actividades experimentais que acabaram por ser remetidas para a disciplina de Técnicas Laboratoriais;
2. A passividade e o desinteresse de alguns alunos devidos, eventualmente, a uma consciência pouco analítica e reflexiva e à forma pouco aliciante como foi organizada a actividade, prejudicaram a qualidade da discussão sobre o tema controverso da clonagem, que acabou por redundar numa interacção de tipo pergunta-resposta, com intervenções superficiais e pouco reflectidas.

Estes mesmos factores acabaram por limitar a reflexão sobre aspectos da natureza da ciência que Amélia pretendia estimular através da discussão desta temática. Assim, apesar das ideias desta professora sobre o empreendimento científico, nomeadamente, acerca das inter-relações ciência-tecnologia-sociedade e do carácter provisório e dinâmico do conhecimento científico, se terem reflectido no tema controverso seleccionado e na forma como pretendeu conduzir a discussão, vários factores acabaram por afectar a realização da actividade.

Ao longo das várias aulas, Amélia revelou um nível considerável de conhecimento de conteúdo disciplinar e de conhecimento didáctico, nomeadamente

(1) das finalidades e dos objectivos do ensino e da aprendizagem da disciplina de CTV e das ciências naturais em geral, e (2) das potencialidades de algumas estratégias, actividades e materiais curriculares. Contudo, constata-se alguma dificuldade em gerir o currículo (de forma a encontrar o espaço e o tempo necessários à realização de actividades adequadas ao desenvolvimento de competências socialmente relevantes) e um conhecimento algo limitado relativamente à concepção e gestão das estratégias e actividades mais adequadas à concretização das finalidades e dos objectivos definidos, perante um grupo específico de alunos com um nível de motivação bastante baixo. O papel decisivo do conhecimento didáctico na consistência entre as concepções dos professores acerca da natureza da ciência e a prática lectiva tem sido realçado por algumas investigações (Lederman, Schwartz, Abd-El-Khalick e Bell, 2001).

Amélia está consciente das suas dificuldades e aponta uma forma alternativa de as ultrapassar. Na sua opinião, um trabalho mais estreito entre os colegas de grupo poderia contribuir para a resolução dos problemas e dificuldades individuais, bem como para um aumento da diversidade e qualidade das actividades de sala de aula disponíveis. No entanto, com algum desânimo, novamente identifica alguns factores que comprometem esta colaboração, nomeadamente, a incompatibilidade entre os elementos do grupo e o desfasamento de horários. Faltam as relações de confiança, os laços de amizade ou os sentimentos de pertença a uma equipa pedagógica, que facilitem a discussão das suas práticas pelo conjunto dos professores (Perrenoud, 1993). Casos como este têm motivado apelos, de diversos autores (Anderson e Helms, 2001; Barroso e Canário, 1999; Davis, 2003), no sentido de um maior investimento das escolas na criação de condições logísticas e de experiências de desenvolvimento colectivo, capazes de estimularem a cultura colaborativa das instituições, como estratégia de superação de dificuldades.

5.4 O CASO DE SÓNIA

“Gostava de saber porque é que eles não se interessam por nada que diga respeito à escola”

Sónia iniciou a sua actividade profissional há vinte e quatro anos, depois de ter concluído uma Licenciatura em Geologia (Ramo Educacional) na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. A conclusão do curso coincidiu com a época conturbada pós 25 de Abril o que, na sua opinião, impediu uma preparação pedagógica satisfatória. Para além disso, o facto da sua formação inicial ter incluído uma única disciplina da área de Biologia, exige-lhe um esforço redobrado sempre que se “prepara cientificamente” para leccionar disciplinas desta área. Contudo, acredita que os seus colegas de grupo, todos com formação na área de Biologia, devem enfrentar as mesmas dificuldades relativamente à área de Geologia. Aliás, como se pode constatar junto dos referidos colegas, a formação científica de Sónia tem sido um grande apoio aos professores que leccionam as disciplinas de CTV, todas com uma componente substancial de Geologia.

Reflectindo sobre a sua prática pedagógica, considera que a sua melhor qualidade como professora é a “relação afectiva” que consegue estabelecer com alunos e colegas. No entanto, sente que a sua permissividade em termos disciplinares, associada ao tipo de turmas que normalmente lecciona (turmas de desporto, bastante indisciplinadas e pouco interessadas) acaba por influenciar o nível de desempenho dos alunos. Confessa, ainda, a sua dificuldade em motivar alunos com estas características.

“Acho que um professor se deve sempre criticar ou, pelo menos, fazer uma reflexão sobre os maus resultados e eu, por sistema, tenho maus resultados. Depois desculpo, não é? Tenho sempre alunos de desporto: os mais mal comportados... Porque eu, em termos de relação pedagógica com os miúdos, de relação pessoal, consigo ter uma boa relação com eles. Mas depois tenho um defeito: não sou muito exigente. Isto é, não consigo dizer “Vão para a rua!”. Eu, por sistema, não mando ninguém para a rua, porque acho que devem estar na aula. Eu é que tenho que os saber motivar, mas muitas vezes é difícil.” (E1)

Estas afirmações de Sónia evidenciam uma noção algo estranha de exigência, associada à expulsão de alunos da sala de aula (com a qual parece não concordar). Denotam, também, alguma capacidade de reflexão crítica sobre o seu desempenho profissional que, no entanto, não é acompanhada do conhecimento pedagógico e das competências de interacção indispensáveis à gestão de problemas disciplinares. A ausência destas competências acaba por comprometer o seu desempenho como professora.

Ao longo do seu percurso profissional, esta professora trabalhou em três escolas secundárias da região de Lisboa, onde leccionou praticamente todas as disciplinas do seu grupo disciplinar e exerceu funções de delegada sindical, vogal do conselho directivo (durante três anos), vice-presidente do conselho directivo (durante quatro anos), coordenadora do júri nacional de exames, delegada de grupo e directora de turma. Gosta de leccionar mas aprecia particularmente a gestão da escola:

“Gosto da gestão da escola. Também gosto de dar aulas, mas gosto muito de gestão. O contacto com os professores é diferente e conhece-se a escola noutras dimensões, de outro lado, outro ponto de vista.” (E1)

A sua passagem pelo Conselho Directivo permitiu-lhe viver alguns dos momentos mais marcantes e gratificantes da sua actividade profissional, aqueles em que conseguiu contribuir de forma decisiva para a resolução de problemas extremamente graves de alguns alunos. O seu interesse especial pela gestão e administração escolar motivou-a a frequentar um mestrado nessa área, do qual concluiu a parte curricular. Contudo, não teve a vontade nem a disponibilidade necessárias à redacção da tese. Concluiu também a parte curricular de um curso de especialização em sociologia embora considere esta área “muito árida” e excessivamente abstracta.

Actualmente, além de leccionar as disciplinas de CTV do 11º ano e de Geologia do 12º ano, é directora de turma e coordenadora do projecto *Escolas Promotoras de Saúde*, no âmbito do qual o seu grupo disciplinar tem desenvolvido algumas iniciativas de educação para a saúde.

Sónia gosta muito da escola actual, onde trabalha há dezassete anos (Escola X). Considera-a uma escola dinâmica, com um corpo docente estável, muito dedicado e bem preparado que, ao longo dos anos, tem conseguido enfrentar com sucesso vários problemas resultantes do excesso de alunos, da grande diversidade étnica e da proximidade de um bairro degradado conhecido pelo tráfico de droga e pelos elevados índices de delinquência. Hoje em dia, apesar da demolição da maior parte do bairro e da diminuição do número de alunos, a escola mantém ainda o seu carácter multicultural e uma dinâmica assinalável, expressa na diversidade de actividades articuladas no seu projecto educativo.

A sua opinião relativamente ao grupo disciplinar de Biologia e Geologia é favorável, embora considere que os seus membros “não conseguem trabalhar em grupo”. Na sua opinião, alguma incompatibilidade entre elementos do grupo tem conduzido a um trabalho em “pequenos grupos”. Um desses pequenos grupos de trabalho é constituído por Sónia e Cristina que, durante os últimos anos, têm planeado em conjunto as aulas de CTV, do 11º ano, partilhando experiências pedagógicas e formação académica em áreas distintas.

5.4.1 Concepções sobre o Conhecimento Científico e Tecnológico

Sónia revela uma concepção bastante positiva da ciência e da tecnologia, em virtude dos seus impactos na evolução da sociedade e na melhoria das condições de vida da população. Na sua opinião, o conhecimento científico está em constante transformação, desencadeada por novas informações obtidas através da observação cuidadosa de factos e da realização de experiências. Contudo, afirma que esta transformação depende, decisivamente, dos conhecimentos e das ideias já existentes. Acredita que a ciência e a tecnologia estão “muito interligadas” influenciando-se mutuamente: a ciência está na base dos avanços tecnológicos que, por sua vez, levam ao avanço da ciência.

Sónia tenta que os seus alunos desenvolvam uma concepção de ciência como um conjunto de explicações provisórias, em constante evolução. Para tal, à

medida que lhes apresenta os conteúdos programáticos, destaca o carácter provisório desses conhecimentos e o facto de não constituírem verdades estabelecidas. Acredita, ainda, que o estudo de teorias científicas já abandonadas pode contribuir para o reforço desta ideia.

Como exemplos de temáticas científicas e tecnológicas marcadas pela controvérsia, esta professora refere as questões relacionadas com a reprodução humana e a descodificação do código genético, nomeadamente, a clonagem de seres humanos. Considera que estas controvérsias são frequentes e integram o processo de evolução da ciência. Logo, não sente que as controvérsias mais recentes tenham tido um impacto negativo nas suas ideias sobre a ciência e a tecnologia:

“Acho que houve sempre, ao longo dos tempos, estas controvérsias. Quando há uma grande mudança no conhecimento, isso choca sempre com os valores da sociedade.” (E1)

Relativamente ao caso concreto da clonagem humana, concorda com o aprofundamento da investigação nesta área para fins terapêuticos mas discorda da sua utilização para fins reprodutivos, principalmente quando acompanhada de esforços eugénicos na tentativa de selecção de determinadas características humanas.

“Eu acho que estes conhecimentos devem ser aplicados para curar as doenças... agora, em termos de fazer a clonagem de um ser humano...? Aí eu ponho todas as dúvidas. Entramos numa área muito complicada, na ética e não só, nos valores. Caíam por terra todos os valores! Podíamos cair, como Hitler, na espécie perfeita: só ficarem os melhores. Íamos fazer a clonagem dos que considerássemos os mais capazes, os mais bonitos, os mais altos, os mais louros...” (E1)

Acredita “que um bom cientista tenta não ser influenciado (...) pelos diversos factores políticos que existem à sua volta”, mas admite que tal possa suceder. Das suas afirmações depreende-se uma concepção da ciência e da tecnologia como empreendimentos humanos em interacção constante com a sociedade: a) contribuindo para a melhoria das condições de vida e a alteração dos valores socialmente aceites; e b) sofrendo a influência desses mesmos valores e de grupos

de pressão com interesses específicos. Esta concepção inclui aspectos da natureza da ciência valorizados por vários documentos curriculares actuais (AAAS, 1993; Galvão, 2001; Ministério da Educação, 2001b; NRC, 1996).

5.4.2 Concepções sobre o Ensino das Ciências da Terra e da Vida

Na opinião desta professora, as Ciências da Terra e da Vida integram a cultura geral dos cidadãos, permitindo-lhes compreender e acompanhar a evolução extremamente rápida da sociedade actual. Para além disso, pensa que esta disciplina é importante na sensibilização dos alunos para as questões ambientais e, consequentemente, na alteração de comportamentos e no desenvolvimento de valores importantes para a preservação do nosso planeta. No entanto, considera que a grande preocupação dos professores em “cobrir todos os tópicos do programa” acaba por comprometer a dimensão curricular de educação para a cidadania:

“[A disciplina de Ciências da Terra e da Vida] faz parte da cultura. E acho que é muito importante não só em termos de conteúdo mas em termos de preservação da Terra onde vivemos.

Os nossos colegas estão sempre muito preocupados com o programa, com a parte teórica... se calhar era preferível não se dar a matéria toda mas o que se desse ser interessante para os miúdos e fiquem despertos, quer em termos ambientais, de comportamentos, de valores, da cidadania... eu penso que isso é importante. Eu acho que em nós, corpo docente, ainda há muita preocupação com os conteúdos do programa: cumprir ou não cumprir. (...)

O nosso Ensino Secundário é muito teórico e os miúdos saem com poucas capacidades. (...) E para a vida activa não têm ferramentas nenhuma.” (E1)

Sónia acredita que o papel do professor não se deve limitar à transmissão de informação, devendo privilegiar a criação de oportunidades que permitam aos alunos desenvolver competências importantes para a sua vida futura. Portanto, critica as práticas de ensino exclusivamente expositivas:

“Continuo a achar que o professor não ensina ninguém. É um ajudante para os alunos aprenderem. No fundo, eu estou ali para eles ganharem competências para o futuro. E eu acho que uma aula expositiva leva a que os alunos decorem praticamente tudo e isso limita muito a aprendizagem.” (E1)

Considera que a melhor forma dos alunos aprenderem ciências é através de actividades práticas, por exemplo, actividades de laboratório e de campo, que permitam a observação directa dos fenómenos, das estruturas ou dos materiais. Logo, em cada ano lectivo, realiza este tipo de actividades nas suas aulas que, de acordo com as suas palavras, “são bastante apreciadas pelos alunos”. No entanto, alguns factores acabam por limitar o número de actividades práticas realizadas: o número excessivo de alunos por turma e a falta de instalações adequadas, de material laboratorial disponível e de paciência para organizar as actividades. Na sua opinião, o facto da maioria dos alunos frequentar alguma disciplina de Técnicas Laboratoriais, funciona como justificação para os professores de CTV ignorarem a componente prática:

“Acho que o trabalho experimental se perdeu um pouco, mesmo nas aulas de Ciências da Terra e da Vida. Principalmente nas turmas que têm TLB [Técnicas Laboratoriais de Biologia] e TLG [Técnicas Laboratoriais de Geologia], acha-se que eles já fizeram isto e acaba-se por cair muito nas aulas teóricas, muito expositivas.” (E1)

Em cada uma das suas aulas, procura não se limitar à exposição, lançando muitas questões aos alunos e propondo a realização de “fichas de trabalho ou de actividades de diagnóstico, de síntese ou de aplicação de conhecimentos”. Desta forma, espera manter a concentração dos alunos e “evitar que eles desliguem”. Contudo, reconhece que, por vezes, “sem querer, cai nas aulas expositivas”.

Este conjunto de afirmações de Sónia revela uma concepção construtivista da aprendizagem que, não se limitando à repetição de procedimentos e à memorização acrítica de informação, atribui um papel activo do sujeito na construção do conhecimento, através da integração flexível dos novos conhecimentos numa estrutura cognitiva já existente (César, 2001; von Glasersfeld, 1993). Nesta perspectiva, evita-se o receituário (a mecanização) e privilegia-se a aprendizagem pela pesquisa e pela argumentação, ou seja, a interacção dos sujeitos cognoscentes com os objectos cognoscíveis (Cachapuz, Praia e Jorge, 2002a; César, 2001). Reconhece-se, também, uma concepção de ensino que, não se restringindo à exposição de informação, se preocupa com a promoção de competências diversas (conhecimentos, capacidades e atitudes) úteis ao exercício

da cidadania. Esta concepção está em sintonia com os documentos actuais de política educativa, nacionais e estrangeiros, referentes ao ensino das ciências (AAAS, 1989, 1993; Galvão, 2001; Millar e Osborne, 1998; Ministério da Educação, 2001b; NRC, 1996), que realçam o papel desta área disciplinar no desenvolvimento das diferentes dimensões do ser humano (cognitiva, sócio-afectiva, moral, ética, entre outras).

No entanto, conforme se constata no caso de Sónia, a congruência entre estas concepções e a prática de sala de aula não é fácil, exigindo dos professores, entre outros aspectos: a) cortes com hábitos adquiridos ao longo de vários anos (de escolaridade e de docência); b) a construção de novos conhecimentos profissionais sobre gestão curricular e de sala de aula, bem como sobre novas abordagens, metodologias e actividades; e c) condições pessoais e institucionais que facilitem a implementação destas novas práticas.

5.4.3 Concepções sobre a Discussão de Assuntos Controversos na Sala de Aula

Sónia também aborda alguns assuntos controversos nas suas aulas, especialmente os que se relacionam com tópicos programáticos: a manipulação do código genético, a SIDA, o planeamento familiar. Considera que a população deve ser informada acerca destes assuntos, em virtude do seu impacto na vida de cada cidadão e na sociedade, em geral: uma posição partilhada por muitos autores e documentos actuais de política educativa (AAAS, 1989; Désautels e Larochelle, 2003; Galvão, 2001; Millar e Osborne, 1998; SCCC, 1996). Para além disso, recorre à discussão de assuntos controversos com o objectivo de familiarizar os seus alunos com a diversidade de opiniões e de perspectivas que caracteriza qualquer sociedade. No entanto, é bastante cautelosa na abordagem destes temas delicados, tentando manter uma certa neutralidade, para não ferir susceptibilidades.

“Eu tenho algum cuidado... Por exemplo, no caso da reprodução, os métodos contraceptivos, da sida, e apesar de não ser exactamente do programa,

damos sempre o planeamento familiar. E aí eu tenho o cuidado de ser meramente científica, de tentar não dar opiniões pessoais para não chocar. (...) Tentar não dar conselhos religiosos, conselhos morais... Tenho algum cuidado, os pais são muito susceptíveis. (...) tento manter uma certa neutralidade. Não sei se consigo...

Por exemplo, quando foi aquela questão do aborto, estava a dar 12º e discutimos o assunto. E a pessoa, sem querer, acaba por dar a opinião pessoal. Aí os miúdos já estão numa idade... eu penso que já podemos... dei uma opinião completamente diferente da maioria dos alunos e isso criou polémica, criou fricção, um bocadinho. Mas nos miúdos mais novos é preciso ter algum cuidado porque os pais reagem.” (E1)

Esta preocupação parece ser partilhada por bastantes professores de ciências. Um estudo recente revelou que a maioria dos professores realça a importância da adopção de abordagens equilibradas (não tendenciosas) na discussão de temas controversos que permitam o acesso aos argumentos de todas as facções e uma tomada de decisões fundamentada (Levinson e Turner, 2001). De acordo com os autores deste estudo, esta preocupação poderá ser consequência do receio de eventuais reclamações dos pais ou de outros sectores da comunidade escolar.

Diversos autores apontam a neutralidade do professor como um aspecto essencial ao sucesso de uma discussão (Henderson e Knutton, 1990; Rudduck, 1986; Stenhouse, 1970). Acreditam que, apenas através da adopção desta estratégia (garantindo uma posição de neutralidade e não revelando opiniões pessoais que possam ser assumidas pelos alunos como correctas), o professor demonstra o seu empenho na educação (e não nos seus pontos de vista) e respeita o direito dos seus alunos construírem as suas próprias opiniões. Algumas investigações, realizadas por Rudduck (1986), revelam que este comportamento é apreciado pelos alunos; muitos sentem, pela primeira vez, que o professor lhes dá tempo para pensar e ouve as suas opiniões. No entanto, conforme reconhece Sónia, os professores nem sempre conseguem manter uma posição neutral: os temas e os materiais seleccionados, o entusiasmo na apresentação de certas informações, a forma como se chama a atenção dos alunos para determinados pormenores, as reacções a comentários polémicos dos alunos, os silêncios e a linguagem corporal do professor (entre outros elementos), proporcionam

informações diversas sobre o posicionamento pessoal do professor. O próprio recurso a uma actividade de discussão, revela muito acerca das ideias, dos sentimentos e dos valores de um professor (Bridges, 1988; Dillon, 1994).

5.4.4 Concepções sobre a Formação Contínua de Professores

Ao longo do seu percurso profissional, Sónia tem frequentado acções de formação sobre vários temas: toxicodependência, relação pedagógica, interculturalidade e tecnologias da informação e da comunicação. A frequência da maioria das acções foi motivada pelo desejo de melhorar a sua prática pedagógica, através da obtenção de soluções práticas para os seus problemas, de aplicação imediata no seu quotidiano. No entanto, considera ter alcançado este objectivo, de forma satisfatória, apenas nas acções de formação de introdução aos computadores. Actualmente, gostaria de frequentar acções de formação na área da Biologia e da didáctica das ciências. Relativamente à didáctica, continua à procura de soluções para os seus problemas específicos: “maneiras de captar a atenção, de dar determinado tema...”.

Estas afirmações evidenciam: a) uma concepção da formação contínua algo ingénua, baseada no que Schön (1987) designa por “modelo de racionalidade técnica”, ou seja, a ideia de que a formação pode proporcionar soluções susceptíveis de aplicação imediata na prática pedagógica, sem a necessidade de qualquer adequação ao contexto específico de trabalho de cada professor; e b) uma capacidade de reflexão, sobre o conteúdo das acções de formação, algo limitada que dificulta a reconstrução e adaptação desses conteúdos à sua prática pedagógica. Mesmo quando as acções de formação exemplificam novas abordagens, metodologias e actividades de ensino, existe, forçosamente, uma diferença considerável entre as situações vividas em contexto de formação e as situações reais de sala de aula. Para além deste aspecto, as particularidades de cada escola e turma de alunos, impossibilitam a existência de soluções universais, passíveis de aplicação directa em qualquer contexto (Brown, Collins e Duguid,

1989; Lave, 1991; Lave e Wenger, 1991). Independentemente da turma em causa, a prática pedagógica é sempre constituída “por uma sucessão de micro-decisões das mais variadas naturezas” (Perrenoud, 1993, p. 37) perante situações tanto familiares como pouco habituais.

O desenvolvimento do conhecimento didáctico é um processo complexo que, pelo seu carácter pessoal e a sua ligação à acção e à reflexão sobre a experiência, não se limita, de maneira nenhuma, à aprendizagem (mais ou menos passiva) de conjuntos de soluções sugeridas pelos formadores (por mais competentes que sejam). Apenas a reflexão sobre as suas próprias experiências permite, aos professores, alicerçarem a autoridade racional e tradicional da formação com a autoridade da sua experiência pessoal (Alarcão, 1996, 2001; Day, 1999; Ponte e Oliveira, 2002; Schön, 1987, 1992; Zeichner, 1993).

5.4.5 Prática de Sala de Aula

Ao longo de um mês, procedeu-se à observação de uma sequência de 14 aulas sobre “Divisão celular” e “Reprodução assexuada e sexuada”, planeada e leccionada por Sónia (Dezembro de 2001 a Janeiro de 2002). As observações decorreram na sua única turma de Ciências da Terra e da Vida, do 11º ano: uma turma “bastante complicada”, constituída por 16 alunos, maioritariamente rapazes, da área de desporto:

“Um grupo heterogéneo... Tenho um grupo de alunos com dificuldades na linguagem, na escrita, o que leva a uma grande dificuldade na aprendizagem das ciências. Tenho outro grupo que não tem nenhuma dificuldade nesse aspecto, mas que não estuda... A característica comum é não estudarem. Depois tenho outro grupo que não tem dificuldades nenhuma na escrita e na compreensão, estudam mais um bocadinho... não é que as aulas lhes interessem muito, mas querem passar de ano...”

Contudo, a falta de interesse é quase generalizada por vários motivos: uns porque têm dificuldade de acompanhar; outros porque a escola não lhes diz nada, gostam de vir para a escola ver os amigos, têm outros interesses... Aliás, não sei se têm! Ainda não consegui perceber exactamente qual é o interesse de alguns miúdos ali da turma... os interesses são o telemóvel, os

amigos e pouco mais. Até a professora de Desporto se queixa: parece que eles só gostam de futebol...” (E2)

Apesar dos seus esforços no sentido de motivar os alunos desta turma (através da realização de actividades de laboratório, da projecção de filmes, do relacionamento constante entre os conteúdos programáticos e situações do dia-a-dia...), Sónia considera não ter sido bem sucedida e sente que, tanto o seu entusiasmo, como a qualidade do seu trabalho, acabam por ser bastante afectados pelo desinteresse e pela indisciplina dos alunos.

“Esta turma tem-me levado a pensar, muitas vezes, que alguma coisa está mal. Ando sempre a questionar-me porque é que eu não os consigo motivar... Acho que até o meu discurso fica pior... fica desconexo. Neste meu primeiro período, a pessoa falava com eles e estava a falar para as paredes, sabe o que é? É uma sensação horrível! Eu digo-lhes mesmo: ‘Se vocês viessem falar comigo e eu lhes voltasse a cara, qual era a vossa sensação? Ficavam incomodados...’ Mas não, não consigo... Até agora tem sido muito frustrante. Se não fosse realmente o décimo segundo ano... que me dá algum alento...ah...” (E2)

Perante esta situação, e partindo do princípio que a maioria destes alunos não irá ingressar no Ensino Superior, planeou, juntamente com Cristina, um conjunto diversificado de actividades destinado: a) a promover a aprendizagem de conceitos e de processos básicos relacionados com a divisão celular; e b) a evidenciar a aplicação e a relevância desses conhecimentos na resolução de problemas da nossa sociedade como o cancro, os transplantes de órgãos ou a Doença de Alzheimer. Sónia acredita que a compreensão desses conteúdos programáticos, algo complexos e abstractos, poderá ser facilitada através da sua visualização (em seres vivos, preparações histológicas e fotografias) e da discussão da sua aplicação em áreas de investigação actuais e polémicas como, por exemplo, a engenharia genética ou a produção de tecidos e órgãos por clonagem. Na sua opinião, tanto as actividades práticas como a discussão de questões científicas e tecnológicas controversas são, geralmente, bastante apreciadas pelos alunos. Considera, ainda, que qualquer cidadão deve estar informado acerca destes avanços científicos e tecnológicos que poderão vir a ter um impacto directo na sua vida. Neste sentido, privilegiou a observação: a) de diferentes tipos de reprodução

assexuada, directamente em exemplares de plantas; b) de figuras de mitose, em preparações definitivas de células de cebola, através da utilização de microscópios; c) de animações multimédia do processo de mitose; e d) de fotografias, esquemas e gráficos do livro sobre os assuntos em estudo. As actividades referidas foram desenvolvidas com o objectivo de ilustrar os conteúdos programáticos previamente abordados pela professora e terminaram, frequentemente, com a realização e discussão de exercícios de aplicação envolvendo ordenação de imagens, interpretação de esquemas e gráficos, descrição e comparação de fenómenos. Os exercícios de aplicação foram realizados pelos alunos agrupados em pares e, posteriormente, discutidos por toda a turma.

Sónia propôs, ainda, a realização de trabalhos de grupo sobre a investigação na área da clonagem com o intuito de estimular os alunos a reflectirem e a assumirem uma posição crítica sobre este assunto controverso. Numa primeira aula, cada grupo leu e analisou dois artigos de revistas, com o objectivo de discutir os seguintes aspectos: a) O que é a clonagem?; b) Argumentos a favor da clonagem; c) Argumentos contra clonagem; d) Possíveis aplicações da clonagem; e) Qual a sua posição relativamente à clonagem reprodutiva e à clonagem terapêutica? Na aula seguinte, os alunos apresentaram as conclusões do seu trabalho.

Contrariando as previsões de Sónia, os alunos não demonstraram interesse nem pelas actividades práticas nem pela discussão sobre clonagem. Baseada em experiências anteriores, a professora esperava que tanto a utilização do microscópio como a discussão de um assunto controverso, como a clonagem, interessasse aos alunos. Contudo, apesar da sua insistência, alguns alunos não participaram nas actividades, passando o tempo a conversar uns com os outros. As várias fases da actividade de discussão acabaram por ser prejudicadas pela reduzida participação e pelas conversas paralelas desenvolvidas. A professora empenhou-se na dinamização da discussão mas teve alguma dificuldade em seguir uma linha de raciocínio, devido às interrupções constantes provocadas pelo comportamento incorrecto de certos alunos. Consequentemente, a fase de discussão não funcionou como tal, limitando-se à leitura das respostas às questões propostas. Não ocorreu qualquer confronto de opiniões e a discussão de aspectos

da natureza da ciência e da tecnologia, nomeadamente das influências mútuas entre ciência, tecnologia e sociedade, foi praticamente nula.

No final da sequência de aulas, Sónia reconhece que os objectivos propostos não foram alcançados e sente-se desanimada.

“Os objectivos não foram totalmente alcançados. Eu penso que alguns alunos alcançaram os objectivos mínimos que estabeleci para esta parte da matéria, que era minimamente perceber o que era a meiose, e algumas consequências. (...) Relativamente à clonagem, àquela parte de discussão do tema, penso que também muito poucos atingiram o objectivo. Dois ou três interessaram-se, têm falado às vezes sobre o assunto... Mas a maior parte deles não. Gostava de saber porque é que eles não se interessam por nada que diga respeito à escola, o porquê desta desmotivação... Eu acho que a estratégia em si e a orientação estavam correctas. Portanto, à partida, supunha que ia dar alguns resultados positivos. Mas não... Tem resultado com outros... Com muito sucesso nas várias turmas... Os alunos interessam-se por estes temas. São os próprios alunos que põem problemas. Vêem na televisão, ouvem na comunicação social e colocam problemas. (...) Mas estes alunos nunca manifestaram interesse por nenhum tema da actualidade.” (E3)

Sónia manifesta alguma dificuldade em compreender o comportamento dos seus alunos; supõe que deveriam frequentar um tipo de ensino diferente, menos teórico e mais orientado para o mercado de trabalho. Pensa que a sua reacção, algo permissiva, perante situações de indisciplina e de incumprimento de tarefas poderá ter contribuído para a reduzida e desinteressada participação dos alunos. Contudo, recusa-se a adoptar medidas disciplinares fortes, pois considera que a situação se deve à sua incapacidade de motivar os alunos.

Durante as várias aulas observadas foram evidentes as dificuldades de Sónia em lidar com os comportamentos incorrectos dos alunos e, consequentemente, em realizar com sucesso o conjunto de actividades planeado. Tanto as suas dificuldades como o seu desânimo crescente tornaram-se evidentes para os alunos e o ambiente de sala de aula degradou-se: as situações de indisciplina de alguns alunos agravaram-se e o desinteresse dos restantes acentuou-se. Perante a sua incapacidade em resolver esta situação acabou, frequentemente, por se refugiar numa prática de ensino expositiva. Dillon (1994), considera que a intervenção do professor na resolução de comportamentos incorrectos (nomeadamente, a perda

propositada de tempo, as conversas paralelas, os combates verbais, a violência e os ataques pessoais), revela-se decisiva ao sucesso de uma actividade de discussão. Sem o envolvimento activo do professor e dos alunos na preservação de um ambiente de colaboração, reflexão e respeito (inerente a este tipo de interacção), a discussão estará condenada ao fracasso.

Ao contrário do que Sónia gostaria que sucedesse, nenhuma acção de formação lhe poderá disponibilizar soluções universais e definitivas (passíveis de aplicação imediata e directa) para este tipo de situação. As suas dificuldades resultam de características sócio-afectivas pessoais que não se modificam facilmente e, muito menos, através de acções de formação pontuais. Conforme referem Barroso e Canário (1999):

“A relação com os alunos impregna a totalidade do acto educativo, não pode ser ensinada mas, apenas, aprendida e engloba de modo inextricável as dimensões intelectual e afectiva.” (p. 166)

Na planificação das aulas, Sónia revelou conhecimentos consideráveis acerca das finalidades e objectivos da disciplina de CTV e das actividades e metodologias adequadas à sua concretização. No entanto, evidenciou um conhecimento limitado quanto à adequação dessas actividades e metodologias às características do seu grupo específico de alunos. Este facto foi particularmente evidente na planificação da actividade de discussão. As dificuldades e o desinteresse de muitos alunos relativamente à leitura permitiam prever uma reacção negativa à forma como a actividade de discussão foi preparada, facto que poderia ter sido atenuado através da substituição dos textos pelo excerto de um filme de ficção ou de um programa televisivo, de divulgação científica, sobre clonagem. Conforme se pode constatar, as estratégias definidas resultaram na turma de Cristina mas não foram as mais adequadas para a turma de Sónia, o que é perfeitamente natural devido às diferenças notórias entre estes dois grupos de alunos. Contudo, Sónia sentiu-se surpreendida pelo facto da actividade concebida para a turma da sua colega não ter resultado com os seus alunos: mais uma vez desejava soluções externas para as suas dificuldades.

Apesar do impacto evidente das concepções desta professora acerca do ensino, da aprendizagem e da natureza das ciências no tipo de actividades planeado, a sua incapacidade em captar a atenção e a participação da turma e em adequar as actividades e as metodologias às características específicas dos seus alunos, afectou consideravelmente a consistência entre estas concepções e a prática de sala de aula. O conhecimento das abordagens, metodologias e actividades mais adequadas à aprendizagem dos conteúdos, por cada grupo específico de alunos, constitui um dos aspectos do conhecimento didáctico necessário à profissão docente (Grossman, 1990; Magnusson, Krajcik e Borko, 1999; Ponte e Oliveira, 2002; Tamir, 1988) e a uma flexibilização do currículo capaz de responder às particularidades de cada contexto educativo.

5.5 O CASO DE JÚLIA

“Os exercícios de aplicação são extremamente importantes!”

Júlia é professora do 11º Grupo B (Biologia e Geologia) há vinte e quatro anos. Fala, com entusiasmo, do seu gosto pelo ensino e da óptima relação que mantém com os alunos. Acredita que “não conseguiria ter outra profissão”. Na sua opinião, as suas melhores qualidades profissionais são a compreensão e a tolerância: a base da boa relação que estabelece com os alunos.

Como momento mais marcante do seu percurso profissional indica o “desafio” de leccionar pela primeira vez a disciplina de Biologia do 12º ano. Apreciou, especialmente, o tempo de estudo e de preparação das aulas “pela noite fora”. Nessa altura, há quinze anos atrás, escreveu e desenhou muitos dos acetatos que ainda utiliza.

Desde a conclusão da sua Licenciatura em Biologia (Ramo Educacional) pela Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, apenas trabalhou em três escolas, todas na região de Lisboa. Actualmente, Júlia trabalha numa escola onde unicamente se lecciona o nível secundário (Escola Y). Foi colocada nesta escola há

vinte anos, altura em que as instalações eram ainda provisórias e noutra local. Actualmente, a escola dispõe de um edifício completamente novo e bastante bem apetrechado, inaugurado há três anos, com uma “arquitectura agradável”. Na opinião desta professora, trata-se de uma “escola muito agradável”, com alunos “correctos”, mas pouco dinâmica devido ao facto de não se leccionar o 3º Ciclo do Ensino Básico e dos seus docentes se preocuparem quase exclusivamente com as suas aulas, ignorando qualquer actividade extra-lectiva.

Até ao presente, Júlia já leccionou a maioria das disciplinas do seu grupo disciplinar. No corrente ano lectivo (2001-2002), é responsável pelas disciplinas de Técnicas Laboratoriais de Biologia (Bloco I – 10º ano) e de Ciências da Terra e da Vida do 11º ano. Para além disso, desempenha os cargos de directora de turma e de delegada de grupo – funções que não aprecia porque requerem trabalho burocrático. Considera que os seus colegas de grupo, à semelhança dos restantes professores da escola, não têm hábitos de trabalho em grupo, reunindo-se apenas para cumprir algumas tarefas obrigatórias: distribuição de horários, planeamento do ano escolar, emissão de pareceres sobre documentos provenientes do Ministério, correcção de provas de exame. Constata que, mesmo as actividades do projecto de *Educação para a Saúde*, dinamizadas por uma professora do seu grupo disciplinar, não são do conhecimento de todos os docentes e Júlia, por exemplo, apenas tem conhecimento que foram aplicados alguns inquéritos, realizadas exposições e palestras sobre temas relacionados com sexualidade, concretamente sobre doenças sexualmente transmissíveis.

5.5.1 Concepções sobre o Conhecimento Científico e Tecnológico

Júlia entende a ciência, simultaneamente, como um processo de resolução de problemas que afectam a humanidade e como uma estrutura de conhecimento em constante transformação. Acredita que a ciência é um motor de progresso e de desenvolvimento.

“[A ciência é] uma procura de soluções. É uma estrutura dinâmica. Não tem carácter estático, porque aquilo que a gente sabe hoje, amanhã pode estar tudo alterado.” (E1)

Considera que o conhecimento científico evolui através da observação e da experimentação, o que revela uma perspectiva empirista, centrada na observação como ponto de partida para a construção de conceitos, bem como uma perspectiva positivista, segundo a qual as teorias acerca dos fenómenos podem ser confirmadas através de testes empíricos. Quanto à tecnologia, esta professora apresenta uma visão algo redutora, associando-a aos instrumentos utilizados em investigação científica, como o microscópio electrónico. Encara a tecnologia como um meio para o avanço da ciência, ou seja, num plano completamente subsidiário do empreendimento científico.

Júlia pretende que os seus alunos construam uma ideia de ciência como um corpo dinâmico de conhecimentos, em constante transformação. Contudo, apesar de reconhecer o carácter provisório do conhecimento científico, considera útil que os seus alunos se encontrem informados sobre as ideias actualmente aceites pela comunidade científica, pois acredita ser esta a chave para a compreensão do mundo e dos futuros avanços científicos.

Esta professora identifica algumas questões científicas e tecnológicas actuais marcadas pela controvérsia, nomeadamente, a engenharia genética e a clonagem. Tem uma opinião bastante positiva acerca da investigação nestas áreas: pensa que as vantagens ultrapassam largamente os perigos e, por isso, não se devem impor limitações à investigação. Aliás, numa visão bastante optimista da ciência, atribui-lhe o poder absoluto de traçar as suas próprias linhas de investigação. Embora manifeste algumas dúvidas quanto à utilidade da clonagem humana para fins reprodutivos, acredita que “Vamos caminhar para isso!”.

“[Sobre a clonagem e a engenharia genética]: Acho que se deve ir até ao fundo da questão... Se isso resolve muitos problemas, porque não? Até relativamente à pobreza da humanidade, em África. Eles conseguirem culturas que consigam sobreviver em terrenos pobres através da alteração genética. Por exemplo... seria muito agradável, num embriãozinho, tirar um gene mau e colocar lá um bom. A pessoa já não nasceria com diabetes ou com hemofilia.

Portanto, se todas essas doenças genéticas pudessem ser retiradas do genoma humano, e colocar-se lá um bom, porque não? Agora... fabricarem-se embriões humanos... Assim como se a pessoa fosse ao supermercado: 'Olhe, eu quero um filho de olhos azuis, alto, inteligente, loirinho...' Não sei para quê!" (E1)

Afirma que todos os avanços científicos e tecnológicos, apesar de requererem algum cuidado, principalmente quando envolvem o ser humano, têm reforçado a sua imagem positiva da ciência e da tecnologia.

5.5.2 Concepções sobre o Ensino das Ciências da Terra e da Vida

Júlia considera as disciplinas de Ciências da Terra e da Vida importantes para a construção de “uma visão global do mundo, daquilo que nos rodeia” que permita responder a questões do tipo: “Como é que isto acontece?”, “Porque é que isto é assim?”. Também tem esperança de que, mais tarde, esses “conceitos, ideias globais” possam vir a revelar a sua utilidade na compreensão de acontecimentos ou de notícias.

Nas suas próprias palavras, a aprendizagem consiste na “absorção” de conhecimentos científicos através de aulas expositivas e da realização de exercícios e de trabalhos de casa, o que revela uma concepção de conteúdos como fins de ensino (e não como meios necessários à promoção do pensamento), bem como uma concepção de aluno como sujeito passivo, cujos conhecimentos prévios não merecem ser tidos em conta ou valorizados. Para alcançar este objectivo privilegia a exposição oral dos temas, acompanhada de “experimentação” – entendida, por esta professora, como actividades de validação de factos por observação – e da ilustração dos fenómenos ou dos conceitos em questão mediante a apresentação de videogramas, transparências ou diapositivos. As actividades de laboratório que afirma realizar têm uma finalidade meramente ilustrativa em vez de exploratória. O facto desta professora recorrer à experimentação com o intuito de provar a veracidade das ideias acerca dos fenómenos naturais revela uma concepção positivista, frequente nos professores de ciências (Monk e Dillon, 2000). Esta

situação, tal como o trabalho de Solomon, Duveen, Scott e McCarthy (1992) revelou, é a base da concepção positivista de ciência de muitos alunos, segundo a qual as demonstrações e as experiências provam a veracidade das ideias científicas.

Adoptando um modelo transmissivo, Júlia dedica pouco ou nenhum tempo à análise e discussão dos contextos e dos processos de produção e de validação da ciência, o que poderá comprometer a compreensão do empreendimento científico. De acordo com Duschl (2000), quando os alunos aprendem sobre o que se conhece, sem aprenderem também como se chegou a esse conhecimento, elimina-se qualquer oportunidade dos alunos compreenderem as dinâmicas sociais, cognitivas e epistémicas da ciência. Os professores de ciências parecem fortemente ligados a uma tradição de comunicação dos produtos finais da ciência e negligenciam a forma como este conhecimento é construído (Gallagher, 1991; McComas, Clough e Almazroa, 2000).

A opção de Júlia por tal metodologia foi fortemente influenciada pela sua experiência enquanto aluna. Recorre à metodologia que pensa ter resultado melhor consigo própria:

“Exposição oral...pura e simplesmente exposição oral, ou através de figuras, através de acetatos. (...) Já utilizei vídeo, já utilizei slides... (...) Utilizar uma abordagem teórica e prática. Para que através da prática possam absorver melhor aquilo que estão a absorver na teoria. (...) Para observarem aquilo de que se está a falar. Eu aprendi melhor assim...” (E1)

Este comportamento parece ser comum entre os professores de ciências. Loucks-Horsley, Hewson, Love e Stiles (1998) consideram que as experiências prévias dos professores funcionam como modelos extremamente poderosos para a sua prática. As suas experiências bem sucedidas, enquanto alunos, com formas de aprender ciências centradas na memorização de informação apresentada de forma expositiva, tendem a influenciar a sua actuação em sala de aula e a dificultar a adopção de metodologias distintas (Huibregtse, Korthagen e Wubbels, 1994).

Júlia também propôs, em dado momento do seu percurso profissional, a realização de trabalhos de grupo sobre tópicos do currículo. No entanto, o facto de

não ter obtido os resultados pretendidos levou-a a abandonar esta abordagem metodológica.

“Também pode ser através de trabalhos de grupo. Embora eu não goste muito de trabalhos porque eles muitas vezes lêem e não fixam. [Para além disso] uns fazem uma coisa, outros fazem outra, outros fazem outra... Às tantas aquele que fez um determinado tema não sabe aquilo que o outro fez de outro tema e... assim sucessivamente. (...) Ou é a turma toda a fazer o mesmo trabalho, e isso só pode acontecer quando as turmas são pequeninas, ou então... eu acho que não adianta nada... Não resulta porque aquele grupo só fica a saber aquela parte da matéria, o outro só fica a saber aquela parte, o outro só fica a saber aquela parte.” (E1)

As suas afirmações revelam uma concepção de ensino das ciências rudimentar e um repertório pedagógico limitado, reduzido quase exclusivamente a aulas expositivas. Júlia manifesta alguma dificuldade em diversificar estratégias e actividades na sala de aula, bem como em ultrapassar as dificuldades inerentes à implementação de estratégias de ensino menos tradicionais. Estas dificuldades podem ser ultrapassadas à medida que o professor vai ganhando autonomia e confiança nas suas capacidades e construindo um conhecimento profissional complexo, de que se destaca o conhecimento didáctico (Magnusson, Krajcik e Borko, 1999; Ponte, 1994a; Ponte e Oliveira, 2002; Shulman, 1986, 1987). Contudo, no caso de Júlia, e à semelhança do que sucede com alguns professores, a falta de formação pedagógica e de apoio na superação das suas dificuldades levaram-na a refugiar-se no tipo de actividades e de abordagens postas em acção pelos seus próprios professores e que, na sua opinião, contribuíram para o seu sucesso enquanto aluna (Freire, 1999; Galvão e Reis, 2003; Huibregtse, Korthagen e Wubbels, 1994).

Quanto à aprendizagem, Júlia evidencia uma concepção, comum na primeira metade do século XX, fortemente influenciada pela perspectiva do condicionamento. Segundo esta perspectiva, desenvolvida a partir dos trabalhos de Pavlov sobre os reflexos condicionados, a aprendizagem consiste no desenvolvimento de automatismos (considerados necessários a um bom desempenho) através da repetição (César, 2001). Consequentemente, o principal objectivo dos seus

defensores consiste no desenvolvimento da capacidade de reprodução, o mais fiel possível, de respostas apontadas como correctas.

Para esta professora o currículo resume-se a uma lista de conteúdos que deve ser “transmitido” de forma exaustiva, sequencial e uniforme. A promoção explícita de capacidades ou atitudes é completamente ignorada. A sua relação com currículo restringe-se à mera execução, sem qualquer preocupação (ou esforço) de (re)construção/contextualização que facilite a promoção de competências (consideradas socialmente relevantes pelo próprio currículo) nos grupos específicos de alunos com que trabalha.

5.5.3 Concepções sobre a Discussão de Assuntos Controversos na Sala de Aula

Na opinião desta professora, os currículos de Ciências da Terra e da Vida são extensos e não incluem qualquer tema que suscite controvérsia. Lamenta que o único tópico controverso destes currículos – a engenharia genética – tenha sido eliminado, facto que considera negativo, atendendo à actualidade e ao impacto dessa temática na sociedade e ao interesse que suscita nos alunos.

“Este problema da engenharia genética foi retirado, o que eu acho muita pena, porque era um problema de que os alunos gostavam imenso de falar. (...) E foi retirado do programa não percebo porquê! Porque isto é um problema perfeitamente actual. Porque é que a gente não há-de já alertar os alunos para o problema da engenharia genética? Acho que é um problema muito actual...acho que é o futuro... (...) A genética vai mexer com tudo, com a parte social, com a parte económica, com a política...” (E1)

Reconhece o interesse dos alunos relativamente a vários assuntos controversos relacionados com os tópicos “Reprodução Humana” e “Genética”, nomeadamente, os avanços científicos e tecnológicos na área da genética e a problemática em torno da SIDA. Contudo, habitualmente não promove a discussão destes temas por não integrarem as listas de conteúdos curriculares. Em anos anteriores, a abordagem de algum assunto controverso nas suas aulas limitou-se à

apresentação do tema seguida da discussão de dúvidas apresentadas pelos alunos. Não obstante, refere que alguns alunos estão bem informados sobre estas temáticas, o que permite a realização de discussões bastante interessantes.

Através do discurso desta professora depreende-se uma concepção algo redutora do currículo de CTV e das potencialidades da discussão de assuntos controversos. Para Júlia, o currículo limita-se a uma lista de conteúdos a abordar de forma exaustiva e sem desvios, ignorando, por exemplo, os apelos à promoção do “sentido crítico dos fenómenos e a capacidade de análise e de concepção de soluções alternativas para os problemas da realidade envolvente” (Ministério da Educação, 1991a) e à “compreensão das relações entre Ciência/Tecnologia/Sociedade e de como elas interactuam” (Ministério da Educação, 1991b). Quanto à discussão de assuntos controversos, atribui-lhe potencialidades na construção e no intercâmbio de conhecimentos sobre as temáticas em causa, mas omite outras sugeridas pela investigação, nomeadamente no desenvolvimento moral e da motivação dos alunos (Berman, 1997; Gall e Gall, 1976, 1990) e na promoção de capacidades de argumentação (Solomon, 1992) e de análise e avaliação de informação (Wellington, 1986).

Todo o discurso de Júlia, centrado na sabedoria do professor, não é minimamente compatível com os pressupostos epistemológicos de uma discussão. Atribui ao professor um papel de emissor de um saber legitimado (pelo seu estatuto profissional), que não deve ser discutido ou posto em causa. Consequentemente, compete aos alunos receber (passiva e acriticamente) a informação, e não discuti-la.

5.5.4 Concepções sobre a Formação Contínua de Professores

Nos últimos anos, Júlia tem participado em algumas acções de formação, motivada exclusivamente pela necessidade de obter créditos para a sua progressão profissional. Faz uma avaliação bastante negativa dos dois Cursos de Formação que frequentou: um sobre “Direcção de Turma” e outro sobre a relação “Família-Escola”.

“As acções que eu frequentei, foi nitidamente só para ter os créditos. O meu objectivo não foi outro. Porque as acções de formação que eu tive... Foi uma sobre Direcção de Turma, em que não aprendi nada: os problemas dos jovens para trás, os problemas dos jovens para a frente... E não aprendi como ser um bom Director de Turma, não aprendi nada. Mas só que tive que fazer o crédito. A outra foi ‘A Família e a Escola’. Também acho que aprendi muito pouco... Eu não sei qual foi a causa [de ter aprendido pouco]. A causa deve ser das pessoas que propõem aquelas acções. Deviam ter um bocadinho mais de consciencialização quando estão a propor uma acção de formação, que a gente aprenda alguma coisa...” (E1)

Na sua opinião, o único aspecto positivo destas acções foi a discussão e a troca de experiências entre os participantes.

“No fundo, a gente sai de lá com o somatório das experiências de cada um, isso para mim é que foi importante. Não foi propriamente a acção, que eu na acção não aprendi nada... (...) O aspecto positivo é a discussão que há entre todos. (...) É a gente poder estar numa sala e cada um falar da sua experiência.” (E1)

Ao longo da entrevista, Júlia nunca apresentou justificações concretas (e claras) para uma avaliação tão negativa das acções que frequentou. A utilidade das acções resumiu-se à obtenção dos créditos indispensáveis à progressão na carreira. Provavelmente, a sua falta de motivação e interesse pelas acções de formação (entendidas, como uma perda de tempo) inviabilizou, desde o início, a possibilidade de qualquer aprendizagem. O carácter obrigatório e, frequentemente, descontextualizado, descontinuado, teórico e desarticulado das necessidades percebidas pelos docentes (Alarcão, Formosinho e Nóvoa, 1991; Nóvoa, 1991), desencadeia reacções negativas, em vez de contribuir para o desenvolvimento de profissionais reflexivos. Como referem Barroso e Canário (1999):

“O estabelecimento de correspondências directas entre o consumo de acções, a acumulação de certificados e a progressão na carreira tende a esvaziar de conteúdo o sentido útil da formação, em termos do seu valor de uso, para valorizar, quase exclusivamente, o valor mercantil dessa formação, expresso no seu valor de troca no mercado de trabalho.” (p. 161)

Actualmente, Júlia gostaria de frequentar uma acção de formação sobre avaliação, a área onde sente algumas dificuldades. Constata que os testes não são

instrumentos fiáveis pois “passados alguns dias, os alunos já não se lembram de nada”. Logo, gostaria de encontrar “soluções” para esta situação. Contudo, nenhuma acção de formação lhe poderá proporcionar soluções passíveis de aplicação imediata e directa aos grupos específicos de alunos com que trabalha. As particularidades de cada turma inviabilizam essa aplicação (Brown, Collins e Duguid, 1989; Lave, 1991; Lave e Wenger, 1991). O desenvolvimento do conhecimento didáctico é um processo complexo (devido ao seu carácter pessoal, vivencial e reflexivo), que não se restringe à selecção de soluções retiradas de “catálogos” apresentados por formadores (por mais competentes que sejam). Torna-se indispensável uma capacidade reflexiva e avaliativa sobre as próprias vivências (Day, 1999; Ponte e Oliveira, 2002; Schön, 1987, 1992) que Júlia parece não possuir.

Na opinião de Júlia, a acção de formação ideal deveria alternar componentes “expositivas” e “experimentais” e centrar-se em temas científicos – “Microbiologia, Biologia Molecular, Biologia Celular” – ignorando temas pedagógicos, que considera perfeitamente dispensáveis.

“Para quê a parte pedagógica? Eu acho que também tem a ver com a educação das pessoas em casa. Se a pessoa for bem educadinha e se souber respeitar os outros, tem um bom relacionamento com os seus alunos. (...)

Para mim é muito importante a parte científica... muito importante. Agora a parte pedagógica... Com certeza que a gente pode ter algumas noções de tolerância, e essas coisas todas, mas isso tem a ver com a educação das pessoas.” (E1)

As várias afirmações desta professora permitem constatar uma concepção de ensino limitada à apresentação e verificação de conteúdos disciplinares e uma concepção de conhecimento profissional bastante simplista, que o restringe ao conhecimento do conteúdo disciplinar. Outros domínios decisivos para o desempenho da actividade docente, como o conhecimento dos alunos e dos seus processos de aprendizagem pedagógico ou o conhecimento das estratégias de ensino, são praticamente ignorados ou desprezados.

Torna-se evidente uma concepção de professor *magister*, cuja função exclusiva consiste em proporcionar o acesso ao saber. De acordo com esta concepção, a competência profissional assenta, essencialmente, no domínio dos conteúdos científicos e em capacidades cognitivas; as competências didáticas, consideradas independentes dos conteúdos a ensinar, não são valorizadas (Hirschhorn, 1993).

Depreende-se, também, uma capacidade de reflexão limitada que dificultou a construção de conhecimentos durante as várias acções de formação frequentadas, passíveis de reverterem a favor da sua prática pedagógica. Os défices de conhecimento didáctico e de reflexão manifestam-se, por exemplo, na pretensão de solucionar as aprendizagens pouco significativas dos seus alunos através da alteração das práticas de avaliação, sem repensar as actividades e as metodologias de aprendizagem propostas durante as aulas. Esta pretensão revela, ainda, uma concepção de avaliação limitada à aplicação de testes sumativos, ou seja, uma identificação da avaliação com a classificação.

5.5.5 Prática de Sala de Aula

À semelhança do sucedido com os restantes professores participantes no estudo, procedeu-se à observação das aulas nas quais Júlia abordou os processos de divisão celular e de reprodução de seres vivos. A observação decorreu ao longo de 15 aulas (de Dezembro de 2001 a Janeiro de 2002), numa turma de Ciências da Terra e da Vida, do 11º ano, constituída por 14 alunos do 1º Agrupamento (maioritariamente rapazes) com um desempenho académico bastante diferenciado:

“Há uma discrepância muito grande, ou são muito bons ou são muito maus. Há alunos que realmente trabalham e são extremamente inteligentes e muito interessados e depois há os alunos muito maus, com muita falta de interesse e que se estão nas tintas.” (E2)

No conjunto das aulas assistidas, verificou-se uma sobrevalorização dos conteúdos científicos, entendidos como um fim em si mesmo e ensinados sem

grande referência à sua relevância ou ao contexto em que foram, ou são, produzidos. Ao contrário do previsto no currículo da disciplina de CTV, a professora preocupou-se quase exclusivamente com a aprendizagem de um conjunto de conhecimentos, remetendo para um plano insignificante qualquer tipo de reflexão sobre a natureza da ciência e as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Conforme já foi referido, Júlia não considera que o ensino da natureza da ciência faça parte das suas atribuições pelo facto da listagem de conteúdos programáticos não incluir referências explícitas a este assunto. Em vez de familiarizar os alunos com os empreendimentos científico e tecnológico, veiculou, através das actividades que propôs, uma imagem de ciência como um catálogo de factos, perfeitamente estabelecidos, inequivocamente verdadeiros e não problemáticos.

Na opinião de Júlia, o principal objectivo da sequência de aulas observada consistiu na “aquisição” de conhecimentos sobre os processos de reprodução e de crescimento dos seres vivos, nomeadamente, dos seres humanos. Para a concretização deste objectivo recorreu à apresentação dos vários conceitos e fenómenos (a partir de fotografias, esquemas e gráficos do manual escolar ou de um programa em vídeo), seguida da realização do que designou como “exercícios de aplicação”, que consistiam em conjuntos de perguntas, sobre conteúdos previamente abordados, ou na redacção de listas de definições (por exemplo, “escrever as definições dos termos bipartição, cariótipo, centrómero, ciclo celular, citocinese, cromatídeo, cromossoma, esporulação, fuso acromático, gemulação, interfase, prófase, metáfase, anáfase, telófase, mitose, multiplicação vegetativa, fase G1, fase G2, fase de síntese”). Acredita que os “exercícios de aplicação são extremamente importantes” para a compreensão e memorização dos conceitos, dois factores essenciais ao que considera ser o sucesso na disciplina de CTV: a obtenção de boas classificações nos testes e nos exames. Deste modo, estes exercícios representam uma parte considerável das actividades de sala de aula e a totalidade dos trabalhos de casa.

Tanto as actividades propostas como o discurso de Júlia denotam uma grande preocupação com a preparação dos alunos para testes sumativos e provas

de exame, com grande ênfase na memorização. Motiva frequentemente os alunos através de referências aos testes e aos exames do tipo “É muito comum este género de exercício nos testes” ou “Se eu colocar no teste esta pergunta, o que é que vocês respondem?”, focando a atenção no conteúdo a ser avaliado. Alguns autores têm alertado para o facto de as actividades propostas pelos professores nas suas aulas serem bastante influenciadas pelo tipo de itens e de tarefas geralmente incluídos nas provas de exame nacionais (Levinson e Turner, 2001; Lock, 2002; Millar e Osborne, 1998). Num sistema orientado pelo sucesso nos exames, os professores atribuem uma fraca prioridade a temas ou a actividades que não sejam incluídos nas provas. Consequentemente, a prática de sala de aula reflecte o teor dos testes centrados na memorização de factos. A actuação desta professora constitui um exemplo nítido da influência negativa que os exames nacionais de Biologia, centrados fortemente na memorização, podem ter na definição e implementação das práticas de sala de aula.

Nas aulas observadas, as referências explícitas aos aspectos da natureza da ciência e à actividade dos cientistas foram praticamente nulas. O grande objectivo das actividades realizadas consistiu na aprendizagem de um conjunto de conhecimentos actualmente aceites pela comunidade científica, sem qualquer referência aos contextos ou aos processos que estiveram na sua génese. As ideias de Júlia acerca do empreendimento científico, nomeadamente sobre o carácter provisório e dinâmico do conhecimento científico, não tiveram reflexo na sua prática de sala de aula. Vários factores parecem ter contribuído para esta situação: a) a pressão para cobrir todos os conteúdos; b) o facto de não identificar a natureza da ciência como conteúdo programático; c) a falta de conhecimentos acerca da natureza da ciência ou dos recursos necessários ao seu ensino; e d) a pouca importância atribuída pela professora ao ensino da natureza da ciência. Durante os últimos 15 anos, várias investigações têm evidenciado que as concepções dos professores acerca da natureza da ciência e a prática de sala de aula não se relacionam de uma forma simples, de tipo causa-efeito, existindo múltiplos factores que influenciam a consistência entre estes dois aspectos (Brickhouse e Bodner,

1992; Duschl e Wrigth, 1989; Schwartz e Lederman, 2002; Tobin e McRobbie, 1997).

Júlia revelou, ainda, dificuldades na discussão de assuntos controversos, particularmente evidentes numa aula durante a qual tentou promover uma discussão sobre a questão da clonagem. A falta de experiência na orientação de discussões levou à substituição da discussão por um processo de recitação, completamente dominado pela professora, que restringiu a participação dos alunos a alguns comentários breves e a perguntas esporádicas sobre o tema. A falta de experiência dos alunos na participação numa discussão também foi evidente: todos queriam falar ao mesmo tempo. Júlia iniciou a actividade fazendo uma breve referência aos diferentes tipos de clonagem, às suas aplicações (por exemplo, na produção de insulina por bactérias) e aos eventuais riscos inerentes à clonagem animal (risco de nascimento de aberrações ou de ocorrência de abortos, envelhecimento precoce). Seguidamente, com o objectivo de despoletar a discussão, leu um texto de ficção sobre uma sociedade imaginária vivendo num tempo futuro onde a engenharia genética e a clonagem, associadas a práticas eugénicas, seriam prática comum. No final, questionou os alunos sobre as potencialidades e os limites da clonagem e viu-se imediatamente confrontada com uma avalanche de perguntas e de comentários, nomeadamente sobre o enredo de filmes nos quais era abordada, de alguma forma, esta temática. Júlia esclareceu algumas dúvidas, preocupando-se em estabelecer o limite entre a ficção e a realidade. No entanto, a sua limitação científica no domínio desta temática foi notória. As dificuldades evidenciadas no esclarecimento de algumas questões e na gestão das intervenções dos alunos fizeram com que desse a actividade por concluída, vinte minutos após o seu início:

“Já estamos conversados acerca deste assunto [clonagem]. Podíamos passar várias aulas a falar deste assunto, mas não é possível... Não faz parte do programa.” (6ª Aula)

Este episódio é revelador das dificuldades sentidas por esta professora na gestão de actividades não limitadas à exposição de conteúdos ou à realização de questionários, bem como em lidar com questões inesperadas dos alunos, para as quais possa desconhecer a resposta “certa”. Simultaneamente, o comportamento

autoritário desta professora, notório nas várias aulas observadas, não é minimamente conciliável com a postura liberal (relativamente à sociedade, ao conhecimento e à autoridade) inerente a uma actividade de discussão (Bridges, 1988; Dillon, 1994; Parker e Hess, 2001). Júlia espera que os seus alunos “absorvam” a informação “transmitida”, sem qualquer tipo de discussão ou de crítica (de resultado imprevisível). A discussão só é possível quando o professor está disposto a abdicar de comportamentos autoritários: pretende-se que sejam os alunos a discutir (Klinzing e Floden, 1990).

A investigação realizada por Levinson e Turner (2001) detectou dificuldades semelhantes no ensino dos aspectos sociais e éticos dos avanços na investigação biomédica. Este estudo revelou que os professores de ciências, apesar de acreditarem na importância da abordagem destes assuntos, vêem-se a si próprios a ensinar os “factos”, remetendo para os professores das humanidades a discussão das implicações sociais, morais e éticas. Constatou-se que os professores de ciências se sentem à vontade quanto ao conhecimento do conteúdo disciplinar mas não têm confiança para lidar com a controvérsia inerente a estas temáticas ou para gerir actividades de sala de aula com desfecho algo imprevisível, como a discussão ou o debate. Habitualmente, estas metodologias não integram o seu conhecimento profissional. Os professores de ciências consideram, ainda, que o currículo de ciências, carregado de conteúdos, demasiado extenso e rígido, dificulta a reflexão sobre estes assuntos. Logo, as questões controversas surgem geralmente como motivação inicial, apresentadas de forma breve e desprovidas de análise ou discussão crítica. Na opinião de Lock (2002), os professores de ciências estão mais habituados a dizer aos alunos o que devem saber e pensar do que a conceber estratégias promotoras de pensamento.

Dillon (1994) refere que a indisposição dos professores relativamente à discussão resulta, geralmente, da falta de experiência de discussão, da ausência de conhecimento sobre como conduzir este tipo de actividade e da preocupação com: a) o desperdício de tempo; b) a possibilidade de não se cobrir o currículo; c) a imaturidade dos alunos; d) a ocorrência de conflitos na sala de aula; e e) a perda de direcção e de controlo do processo. No caso de Júlia, todos estes factores parecem

ter contribuído para o insucesso de uma discussão potencialmente interessante sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade. O facto de entender: (1) o currículo como um conjunto de conteúdos; (2) a interacção na sala de aula como recitação de tipo pergunta-resposta; e (3) o sucesso educativo como obtenção de classificações elevadas em testes e exames, levam-na a encarar a discussão como uma situação difícil de controlar, que desperdiça tempo e esforço, indispensáveis ao “cumprimento” do currículo (Burbules, 1993; Dillon, 1994; Harris, 1988).

No final do conjunto das aulas observadas, Júlia sentia-se satisfeita com os resultados obtidos. Destacou as óptimas classificações obtidas nos testes por alguns alunos e justificou as fracas classificações obtidas por outros alunos com a falta de interesse e de estudo.

“Falta de interesse, muita falta de interesse, estão-se nas tintas... (...) Não estudam, pura e simplesmente não estudam. Apanham alguma coisa nas aulas mas...” (E3)

A atribuição da responsabilidade pelo insucesso exclusivamente aos alunos denota, mais uma vez, um conhecimento didáctico e uma capacidade de reflexão pouco desenvolvidos. Mais uma vez, evidenciam-se as suas concepções restritas de ensino (como transmissão clara e organizada de informação) e de aprendizagem (identificada com a retenção de informação pelos alunos). De acordo com estas concepções (e admitindo que o professor desempenhou bem o seu papel de transmissor), a razão do insucesso académico reside, exclusivamente, na falta de capacidade, de interesse, de atenção ou de dedicação dos alunos.

O discurso e a prática de sala de aula de Júlia revelam: a) um desconhecimento da ligação entre o que ensina, a forma como ensina e o impacto da sua prática nas concepções dos alunos acerca da ciência e dos cientistas; e b) dificuldades nos diferentes domínios do conhecimento pedagógico de conteúdo indicados por Grossman (1990), Tamir (1988) e Magnusson, Krajcik e Borko (1999). São evidentes as limitações do seu conhecimento sobre: a) as finalidades e os objectivos do ensino e da aprendizagem das ciências no Ensino Secundário em geral, o que se reflecte nas suas decisões relativamente a abordagens, estratégias, actividades e materiais curriculares a utilizar nas aulas; b) o currículo de CTV,

nomeadamente, no que respeita às suas finalidades e objectivos e aos materiais relevantes para o ensino dessa disciplina; c) os alunos e a forma mais adequada de os ajudar a construírem conhecimentos científicos; d) as dimensões da aprendizagem da ciência que devem ser avaliadas e as metodologias mais adequadas à sua avaliação; e e) as estratégias adequadas ao ensino de tópicos específicos.

Toda a actuação desta professora se restringe ao cumprimento de rotinas pré-estabelecidas e uniformizantes (sem qualquer componente reflexiva), mais adequadas a um funcionário do que a um profissional (Roldão, 1999). O perfil de um profissional implica vários elementos fundamentais (ausentes em Júlia), nomeadamente, o envolvimento na produção de conhecimento específico necessário à sua actividade profissional e a capacidade de flexibilizar a sua actuação (de acordo com os diferentes contextos em que trabalha), bem como de reflectir sobre a sua prática de forma a melhorá-la.

5.6 O CASO DE GABRIELA

“Choca-me que existam professores que continuam a dar os mesmos conteúdos programáticos, da mesma maneira, ao fim de quinze anos de ensino”

Gabriela é licenciada em Ensino de Biologia e de Geologia pela Universidade de Aveiro e lecciona há dezanove anos. Considera que a sua melhor qualidade como professora é a exigência: uma característica da qual não abdica a troco de popularidade e que identifica como indispensável para a superação do “grande atraso cultural” de Portugal. Afirmo que esta exigência se manifesta no tipo de trabalho que propõe nas suas aulas, centrado na promoção de competências de pensamento, e na diversidade de elementos de avaliação que utiliza: relatórios de actividades laboratoriais, trabalhos de pesquisa, níveis de assiduidade, testes, entre outros.

Ao longo do seu percurso profissional já leccionou quase todas as disciplinas do seu grupo disciplinar e exerceu vários cargos: directora de instalações, delegada de grupo, directora de turma. Depois de concluir o estágio integrado em Aveiro, na escola onde havia sido aluna, trabalhou em escolas de Lisboa, Alenquer (onde se efectivou) e vários locais da zona de Cascais. Guarda boas recordações da maioria das escolas onde trabalhou: o apoio proporcionado pelos colegas mais velhos no início da sua carreira, o espírito de entre-ajuda existente, a óptima relação estabelecida com os alunos e a colaboração com outros professores no desenvolvimento de projectos no âmbito do planeamento familiar. Mas tem uma má impressão da sua escola actual, onde já trabalha como professora do quadro de nomeação definitiva há nove anos (Escola Y). Trata-se de uma escola instalada há três anos num edifício novo e que, desde essa altura, se tem revelado incapaz de eleger uma comissão executiva e de construir um projecto educativo; as comissões executivas têm sido nomeadas sucessiva e provisoriamente, pelo período de um ano, o que tem impedido a definição de uma estratégia para a instituição. A sua opinião relativamente à escola é reforçada pelo que considera serem as características predominantes do corpo docente: uma preocupação exclusiva com as actividades lectivas e a consequente recusa de actividades extra-curriculares; e a utilização de metodologias de ensino pouco diversificadas, centradas na transmissão de informação pelo professor.

“É uma escola complicada, (...) existe um corpo escolar já com muitos anos de serviço. (...) Era uma escola vocacionada para dar o décimo segundo ano. Quando eu vim para a escola, foi quando se começaram a dar as primeiras turmas do décimo ano. Penso que em termos pedagógicos são percursos diferentes: preparar os alunos para exame ou iniciar um ciclo. Ainda hoje, se nota esta diferença de posturas em termos pedagógicos. Há pessoas que continuam a pensar no secundário como décimo segundo ano e... enfim, a funcionar em termos disso. Depois, também tem sido complicada a implementação de projectos na escola: não tem havido muita abertura para esse tipo de dinâmicas que não têm a ver só com a sala de aula.” (E1)

Gabriela também é bastante crítica relativamente à forma como os vários projectos são criados e implementados na sua escola. Geralmente, os projectos não emergem de uma estratégia definida pela comunidade educativa, mas sim da necessidade de completar o horário de alguns docentes. Na opinião desta

professora, a selecção dos participantes, baseada na necessidade de completar horários e ignorando a motivação ou a preparação individual, e a inexistência de mecanismos de avaliação capazes de assegurar a responsabilização dos seus dinamizadores, têm limitado consideravelmente o impacto dos projectos.

“Os projectos têm sido vistos, até agora, como uma forma de ocupar os professores que estão com problemas de horário e não como uma filosofia de escola. [Os professores] não têm noção sequer do que é o trabalho de projecto. E, normalmente, não tem sido feita avaliação. Quando chega a parte de avaliação...pura e simplesmente não é feita. E no final do ano as pessoas são retiradas ou colocadas nos projectos porque, até há horas lectivas, ou não há horas lectivas, e acaba-se por não saber em que parte dos projectos é que se ficou, como é que foram avaliados, se foram avaliados. (...) Tudo isto está ligado também a uma certa instabilidade na gestão da escola que mais ou menos todos os anos muda, ou se não muda, aquela equipa está sempre na eminência de vir a mudar. Portanto, isto também se traduz nalguma dificuldade no trabalho...” (E1)

A redução do número de alunos na escola e o facto de ser o elemento com menos tempo de serviço do seu grupo disciplinar colocam-na, todos os anos, na iminência de lhe ser atribuído um “horário zero”. Consequentemente, o seu horário tem sido completado com a participação em projectos, para os quais nem sempre se sente motivada. Além disso, nunca leccionou a mesma disciplina em anos consecutivos o que, na sua opinião, impede a rentabilização do seu esforço em termos de preparação científica e de construção de materiais didácticos. Gabriela lastima que, independentemente da qualidade do trabalho realizado, não lhe seja dada a oportunidade de dar continuidade a determinado projecto ou a determinada disciplina, dependendo sempre das disciplinas e das turmas que os seus colegas não desejam. E as discussões em torno desta questão têm deteriorado a sua relação com os colegas de grupo. No corrente ano, é directora de instalações e lecciona Técnicas Laboratoriais de Biologia (Bloco III – 12º ano) e Ciências da Terra e da Vida (11º ano). Lecciona pela primeira vez a disciplina de CTV, do 11º ano, que considera muito interessante.

Desde que integra o corpo docente da presente escola, em consequência da sua situação profissional algo instável, já participou em três projectos distintos relacionados com: (1) a utilização de computadores e sensores nas aulas

laboratoriais; (2) a criação e a dinamização de um centro de recursos; e (3) a realização de actividades de educação para a saúde. No âmbito do primeiro projecto, coordenado pela Universidade Nova de Lisboa, frequentou uma acção de formação e passou a dispor de um computador e de sensores instalados num laboratório. Contudo, realizou pouco trabalho nesta área; vários factores parecem ter limitado a sua participação neste projecto:

“Foi feita alguma formação com um técnico da Universidade Nova que, inclusivamente, disponibilizou um computador com sensores, tudo isso. (...) Utilizei e fiz alguns trabalhos sobre... com sensores sobre algumas temáticas das disciplinas técnicas. (...) Mas, lá está... isso implica realmente uma grande disponibilidade de tempo. E na sala de aula é um bocado complicado (...), primeiro porque é preciso ter muitos sensores, ter muitos computadores no laboratório. Isto de no fundo ter-se um computador com um par de sensores e de ser o professor a fazer para os alunos verem... Isso para mim não... continuo a achar que é para inglês ver, não me diz nada. Quer dizer, diz-me se realmente toda a gente puder utilizar, toda a gente puder manipular. Agora para uns estarem a ver e haver um a fazer, então prefiro que toda a gente esteja a mexer nas suas provetas e a fazer as suas misturas e... e a cozinhar o seu trabalho. (...) Foi um trabalho... provisório e isolado. (...) Não houve continuidade porque, quando me meti nisso, tinha um horário incompleto, tinha uma equipa de pessoas que estavam a trabalhar comigo... Depois, quando dei conta, tinha duas ou três pessoas que se tinham metido no projecto, mas ligados a outras instituições. Portanto, criou-se ali uma política... Na altura, foi-nos retirado o computador e tudo isso... Houve algumas pessoas que fizeram trabalho não já no grupo da Biologia, porque no grupo da Biologia só trabalhava eu, ah...mas outros grupos disciplinares, que penso neste momento também até isso acabou.” (E1)

Actualmente, não utiliza aquele tipo de recursos e afirma já ter esquecido o pouco que aprendeu; aliás, considera-se “uma completa ignorante” na utilização de computadores. Relativamente aos outros dois projectos, a sua participação também se limitou aos anos lectivos em que lhe atribuíram um horário incompleto. Nos anos seguintes, sem a necessidade de completar o seu horário, e independentemente do trabalho anteriormente realizado por Gabriela, a comissão executiva não a integrou na equipa de qualquer projecto.

Neste contexto, confessa-se bastante desiludida com a profissão e insatisfeita com a escola actual. Não obstante todos os aspectos negativos

mencionados, o facto de residir próximo da escola e a inexistência de vagas nas restantes escolas da zona têm-na dissuadido de concorrer a outra instituição.

5.6.1 Concepções sobre o Conhecimento Científico e Tecnológico

Gabriela considera que a ciência é marcada, simultaneamente, pela “mutação”, no sentido da transformação do conhecimento, e pela “continuidade”, no sentido das novas ideias serem construídas a partir de ideias anteriores. Reconhece alguma dificuldade em acompanhar e em adaptar-se à rápida evolução do conhecimento científico. Acredita que este conhecimento se constrói, de forma sistemática, através de um processo baseado na experimentação e nos conhecimentos científicos já existentes. Quanto à tecnologia, e à semelhança de muitos professores de ciências (Acevedo, Vasquez e Manassero, 2002; Zoller, Donn, Wild e Beckett, 1991), associa-a aos produtos tecnológicos, nomeadamente aos computadores e à informática, e atribui-lhe a função de “servir” o ser humano.

Perante a evolução extremamente rápida da ciência e da tecnologia e a grande quantidade de informação com que os cidadãos são confrontados, Gabriela realça a importância da escola investir na promoção de capacidades de reflexão e de tratamento de informação. Na sua opinião, estas capacidades nunca ficam desactualizadas, ao contrário do que acontece com os conceitos e as teorias.

Revela uma opinião bastante positiva acerca das potencialidades da ciência e da tecnologia na melhoria das condições de vida da humanidade. No entanto, considera que vários avanços científicos e tecnológicos têm sido marcados pela controvérsia, nomeadamente os avanços na manipulação genética e na inseminação artificial. Apesar de sentir alguma dificuldade em emitir opinião sobre estes assuntos por falta de informação, pensa que os avanços científicos e tecnológicos não justificam o recurso a qualquer tipo de investigação:

“Tudo o que tem a ver com manipulação genética tem levantado muita controvérsia. Penso que é uma temática (...) que de uma forma geral a opinião pública não domina. Nem pouco mais ou menos! Ah... até eu sinto

deficiência nalgumas das áreas. (...) De uma forma geral a gente não tem conhecimento e, portanto, (...) sinto-me com dificuldade em emitir opiniões. Por exemplo, a questão da inseminação artificial... Quais as fronteiras, os limites para utilizar determinado tipo de técnicas? Temos que ser um bocado cuidadosos. Não podemos dizer que sim a tudo, numa de que a ciência e a investigação científica justificam todos os meios para atingir um determinado fim. Por outro lado acho que há diversas maneiras de tratar o mesmo problema. Por vezes, atingem-se os mesmos objectivos utilizando técnicas diferentes que não levantam determinados problemas éticos como, por exemplo: ‘O que fazer ao excesso de embriões?’” (E1)

Estas afirmações de Gabriela revelam alguma preocupação com a falta de conhecimentos da população, em geral, sobre questões científicas e tecnológicas com grande impacto social. Depreende-se, também, algum receio de utilizações ilícitas da ciência e da tecnologia (por pessoas sem escrúpulos), permitidas pela eventual ausência de formas de controlo. Consequentemente, Gabriela defende a existência de comissões de ética pluridisciplinares responsáveis pela avaliação dos projectos de investigação e pela definição de regras e de limites para a experimentação.

5.6.2 Concepções sobre o Ensino das Ciências da Terra e da Vida

Na opinião desta professora, a disciplina de Ciências da Terra e da Vida é extremamente importante no desenvolvimento do conhecimento e das capacidades indispensáveis à compreensão das questões sócio-científicas, com as quais os cidadãos se confrontam diariamente através dos meios de comunicação social.

“Hoje pegamos em qualquer revista feminina ou naquelas revistas da televisão e vêm informações sobre a manipulação genética dos cereais, quais as repercussões... E há que saber fazer alguma leitura sobre estes temas. (...) É fundamental que os cidadãos tenham uma noção destas temáticas. Estamos num mundo em constante mudança, e essa mudança é muito rápida (...). Portanto, mais do que memorizar as informações, há que saber trabalhá-las, e ter algum espírito crítico nisso.” (E1)

De acordo com Millar e Osborne (1998), a preparação dos alunos para uma leitura crítica das notícias veiculadas pelos meios de comunicação social e para a

construção de opiniões pessoais acerca das questões sócio-científicas com que são confrontados é uma das prioridades do ensino das ciências. O desenvolvimento destas competências torna-se particularmente relevante quando se constata que os meios de comunicação social têm sido responsáveis pela veiculação de uma imagem sensacionalista da ciência (Nelkin, 1995) e de ideias estereotipadas acerca da natureza da ciência e da actividade dos cientistas (Aikenhead, 1988; Dhingra, 2003; Liakopoulos, 2002).

Contudo, Gabriela sente que a tarefa dos professores de ciências é dificultada pela extensão dos currículos actuais uma vez que a grande quantidade de conteúdos é incompatível com a implementação de um ensino das ciências diversificado que inclua, por exemplo, trabalhos experimentais, trabalhos de campo e actividades de pesquisa, análise e discussão de informação. Apesar desta limitação, procura utilizar todas estas metodologias nas suas aulas pois acredita na relevância de cada uma delas na promoção de determinadas competências e na importância da diversificação de estratégias de ensino na motivação dos alunos.

Para a implementação de qualquer metodologia, salienta a importância do conhecimento didáctico construído através da prática. Refere que, ao longo dos anos, foi experimentando actividades diferentes nas suas aulas, o que lhe permitiu conhecer as potencialidades e limitações de cada uma delas, bem como desenvolver a capacidade de identificar as metodologias mais adequadas ao ensino de cada tópico programático. Sempre que lecciona um novo currículo, como acontece no presente ano com a disciplina de CTV, do 11º ano, vai experimentando actividades, avaliando os resultados obtidos e desenvolvendo mais conhecimento didáctico. Consequentemente, Gabriela sente-se “chocada” com os “professores que continuam a dar os mesmos conteúdos programáticos, da mesma maneira, ao fim de quinze anos de ensino”. Considera que esta situação só é possível pelo facto de existirem “professores para quem o ensino representa um último recurso”. Na sua opinião, não existe desenvolvimento profissional sem motivação e sem entusiasmo.

De acordo com as afirmações desta professora, o ensino das ciências passa pela concepção e realização de um conjunto diversificado de actividades, capaz de motivar os alunos e de estimular a construção de conhecimentos e o desenvolvimento de capacidades de pensamento indispensáveis à compreensão das inovações científicas e tecnológicas da actualidade. Gabriela acredita que num mundo caracterizado por uma evolução constante e extremamente rápida do conhecimento científico e tecnológico, as capacidades de pensamento crítico são mais importantes que a memorização de factos.

5.6.3 Concepções sobre a Discussão de Assuntos Controversos na Sala de Aula

Gabriela, à semelhança de alguns autores (Osborne e Young, 1998; Solomon e Thomas, 1999; Vilches e Furió, 1999), considera que a discussão de assuntos controversos pode ser útil no estabelecimento de relações entre a ciência escolar e a ciência envolvida em questões sócio-científicas com que os alunos contactam diariamente através dos meios de comunicação social. Refere, ainda, a importância dessas actividades no esclarecimento dos alunos acerca destas temáticas (nomeadamente, através da modificação de ideias erradas) e na sensibilização para o impacto social dos novos avanços científicos e tecnológicos.

“Acho, acho que o desconhecimento não traz benefício a ninguém. Esconder a realidade das coisas, seja ela boa ou má, nunca trouxe benefício. Acho que as pessoas deverão manter uma certa lucidez em relação às questões que as envolvem, e isto passa também por discutir estas questões [sócio-científicas] em sala de aula. (...) Eu penso que se deve partir exactamente daquilo que eles já sabem, das ideias que têm, e trabalhar essas ideias exactamente no sentido de as alterar ou não, com base no conhecimento científico. Isso é que eu acho importante. Portanto isso pode ser feito exactamente através de trabalho de projecto ou através de trabalhos de grupo.” (E1)

Esta professora considera que a “Hereditariedade” é um dos tópicos, do currículo de CTV, mais interessantes para abordar questões controversas relacionadas com ciência e tecnologia e aponta a manipulação genética de seres

vivos como um bom exemplo de uma questão controversa passível de ser explorada nessa unidade do currículo. Como forma de abordar estes assuntos nas suas aulas, privilegia as actividades de pesquisa de informação seguidas de discussão.

5.6.4 Concepções sobre a Formação Contínua de Professores

Ao longo da sua carreira profissional, Gabriela frequentou acções de formação sobre diferentes temáticas: utilização de sensores em actividades laboratoriais, didáctica das ciências, actividades experimentais, educação e saúde... Reconhece a utilidade das acções de formação na partilha de experiências entre os participantes e na obtenção de soluções práticas para os problemas do dia-a-dia, mas não tem muito boa impressão do trabalho dos formadores em geral.

“Acho que a maioria dos formadores vai lá mais para recolher informação junto dos formandos. Não tenho encontrado formadores que me tenham sensibilizado muito. Têm sido poucas as pessoas que eu acho que efectivamente se preocupam em ter as coisas preparadas... Levam meia dúzia de fotocópias, de meia dúzia de livros, e depois põem os formandos a trabalhar...”

[Gostava] que os próprios formadores muitas vezes se integrassem no trabalho dos formandos, percebe? Não estarem à margem...como eu sinto que muitas vezes estão. Chegam lá, dão meia dúzias de informações teóricas, e agora vocês trabalhem isto, e ficamos por aqui... Cada grupo acaba por apresentar os seus trabalhos, mas depois o trabalho de síntese... e o seu contributo em termos de experiência... Normalmente os formadores já não entram nessa área...” (E1)

Para além disso, confessa-se “farta de teoria” e defende que os professores acabam por frequentar as acções motivados quase exclusivamente pela necessidade de obtenção de créditos para progressão na carreira. Na sua opinião, a acção de formação ideal deveria decorrer nas instalações da escola e envolver a observação e o acompanhamento das aulas por formadores, o que possibilitaria a detecção de “in correcções”, seguida da sugestão de práticas alternativas. Defende que as acções de formação conseguem modificar comportamentos unicamente quando promovem a reflexão sobre a prática de cada professor, em vez de se limitarem a aspectos teóricos. À semelhança de Guskey (1986, 2002) e de

Loucks-Horsley, Hewson, Love e Stiles (1998), Gabriela acredita que a mudança ao nível das práticas pode ser despoletada quando os professores experimentam novas abordagens nas suas aulas e constatarem o seu impacto positivo nas aprendizagens dos alunos.

“Se calhar, era importante as próprias escolas terem alguém que desse apoio. (...) Porque eu, ao fim de dezanove anos de serviço, devo estar cheia de erros na minha prática lectiva. E eu gostaria exactamente de ter uma pessoa que me fosse lá [à sala de aula], de vez em quando, dizer assim, ‘Olhe, realmente eu sou capaz de lhe sugerir que aborde isto duma outra maneira’. Isso é que para mim era importante.” (E1)

As suas afirmações evidenciam uma valorização de modalidades de formação contínua centradas nos contextos de trabalho dos docentes que, através de uma reflexão sobre a própria prática, promovam o desenvolvimento de conhecimento profissional adequado aos alunos com quem trabalham e aos recursos de que dispõem. No entanto, a sua opinião sobre as modalidades de formação centradas na escola, actualmente utilizadas na formação contínua de professores (“círculo de estudos”, “oficina de formação”, “projecto de formação”), parece contrariar um pouco esta ideia. Reflectindo sobre um “círculo de estudos” frequentado, considera que estas modalidades, apesar de interessantes, podem ser demasiado “trabalhosas” porque requerem muitas horas para a concepção e a implementação de projectos nas aulas.

Actualmente, Gabriela sente necessidade de formação sobre a utilização de computadores para “fazer acetatos” e porque tem “a mania das coisas muito bonitinhas”. Contudo, afirma que não tenciona frequentar uma acção nessa área durante os próximos tempos pois alguém lhe elabora esses materiais.

5.6.5 Prática de Sala de Aula

Conforme sucedeu com os restantes professores participantes no estudo, também se procedeu à observação da sequência de aulas em que Gabriela abordou os processos de reprodução dos seres vivos: reprodução assexuada, reprodução

sexuada, ciclo celular, mitose, meiose. A observação decorreu ao longo de 16 aulas, numa das turmas de CTV (11º ano) desta professora, constituída por 20 alunos, maioritariamente raparigas. Na opinião de Gabriela, trata-se de um grupo de alunos com desempenho académico elevado, mas com problemas de relacionamento e expectativas demasiado ambiciosas relativamente ao seu futuro académico:

“É uma turma de meninas marronas que, normalmente, são muito individualistas, trabalham muito em função do seu próprio ritmo e têm muita dificuldade em se relacionar do ponto de vista humano com as outras pessoas, quer dizer, elas têm dificuldade em conversar com o professor, e têm dificuldade, muitas vezes, em conversar com os colegas.” (E2)

“É uma turma com alunos que se propuseram atingir níveis para os quais não têm capacidade... por variadíssimas razões: Não são tão trabalhadores como deveriam e, se calhar, até nem têm as capacidades intelectuais... Por questões familiares e sociais, estão sujeitos a uma tensão muito grande, e puseram na cabeça que têm que ter todos 18. (...) Alguns deles entraram numa situação de tensão... Eram miúdas que estavam com médias de 16, e nos últimos testes andam ali a tirar onzes e dozes... (...) Para muitos daqueles alunos o objectivo é tirar um curso de Medicina, e eu acho que alguns até têm capacidades intelectuais para isso. Mas, do meu ponto de vista, não têm perfis psicológicos e afectivos para virem a ser uns bons médicos, porque são indivíduos completamente... opacos, e isso faz-me imensa impressão em alunos com 16, 17, 18 anos. Quer dizer, uma pessoa conta uma tragédia ou conta uma anedota e aquele ‘facies’ não muda... (...) São miúdos frios, distantes, complicados...” (E3)

Atendendo às características desta turma, Gabriela planeou um conjunto de actividades diversificado, destinado a promover, simultaneamente: a) a compreensão e a inter-relação dos conceitos e dos fenómenos em estudo; b) a aplicação desses conceitos e fenómenos a situações da vida dos seres vivos; c) a interacção entre os alunos e o desenvolvimento de competências sócio-afectivas; e d) o desenvolvimento da autonomia dos alunos e de competências de pesquisa e análise crítica de informação. Para alcançar estes objectivos, recorreu: a) à apresentação dos conteúdos programáticos com o auxílio de fotografias, esquemas e gráficos; b) à realização e discussão de questionários do livro; c) a actividades de observação com microscópio do fenómeno de gemulação em culturas de leveduras e de figuras de mitose em preparações definitivas; e d) a actividades de pesquisa e

análise de informação sobre questões científicas e tecnológicas actuais relacionadas com a genética. Durante todas estas actividades, privilegiou o trabalho em grupo como forma de estimular a interacção e de desenvolver a autonomia e as competências de relação dos alunos.

De todas as actividades propostas, Gabriela valoriza especialmente os trabalhos de pesquisa e análise de informação e, por isso, solicitou a cada grupo de alunos para seleccionar, investigar e apresentar à turma um assunto relacionado com genética. Acredita que estas actividades são importantes para a compreensão da relevância dos conteúdos programáticos abordados e para a participação dos alunos em eventuais processos decisórios futuros:

“A minha ideia era que com temáticas actuais como clonagem, manipulação de medicamentos, identificação do genoma humano, os alunos percebessem que este tipo de temáticas já começa a fazer parte do discurso de muita literatura não especializada – em revistas como a Máxima, a Visão, a Super Interessante, ou em jornais como o Expresso – e que eles pegassem neste tipo de artigos e desmontassem a informação que lá vinha. Portanto, implicaria alguma pesquisa e que eles comessem a fazer a aplicação daquilo que vão aprendendo nas aulas teóricas, para perceberem que afinal os conceitos abordados estão completamente relacionados com aquilo que é o dia a dia, e para o qual eles podem ser convidados de alguma forma a pronunciarem-se na sua vida depois como adultos. Um dos objectivos será também torná-los aptos a decidir e a questionar.” (E3)

Os temas dos trabalhos de grupo foram seleccionados e investigados pelos alunos durante algumas semanas, antes do início da fase de observação de aulas. Contudo, numa das aulas, foi possível observar a apresentação e discussão de dois dos referidos trabalhos, cujos temas incidiam sobre as aplicações da genética na medicina. Essa apresentação despoletou duas reacções distintas: o entusiasmo dos autores das pesquisas e a indiferença dos seus colegas, que não manifestaram qualquer interesse em discutir os assuntos abordados ou em comentar os trabalhos apresentados. Estes últimos, limitaram-se a responder a algumas perguntas formuladas pela professora. Consequentemente, a discussão de aspectos da natureza da ciência, nomeadamente da interacção entre ciência, tecnologia e sociedade, foi praticamente inexistente.

Gabriela deparou-se com uma atitude pouco entusiasta sempre que as actividades exigiam uma participação mais activa dos alunos. Na sua opinião, este tipo de actividades contraria uma certa “letargia” interiorizada pela sucessão de aulas expositivas a que são submetidos:

“Os alunos não estão habituados a fazer este tipo de trabalho: a discussão, a pesquisa, as actividades de observação. Os alunos ainda funcionam muito em termos de compartimentos estanques: Se têm disciplinas técnicas, é nas técnicas que se faz trabalhos práticos; nas disciplinas que eles consideram que são disciplinas teóricas, portanto é difícil... Como estão habituados a aulas expositivas, tudo o que seja sair daquele perfil de professor e daquele tipo de esquema de aula, já começa a ser mais complicado... Porque isso vai exigir da parte deles uma maior disponibilidade para a disciplina, o que para determinado tipo de alunos é capaz de ser um bocado aborrecido... Os alunos estão habituados a determinado tipo de prática, e o que querem é quanto menos trabalho melhor. (...) Portanto, quando os alunos têm um professor que os convida a pesquisar, a trabalhar, etc... isto vai contra a letargia e, por vezes, leva a incompreensões e situações de alguma animosidade.” (E3)

De acordo com Stradling (1984), as actividades de discussão podem ser completamente estranhas para os alunos que frequentam escolas onde prevalecem as práticas expositivas e, nessas circunstâncias, poderão ser necessárias várias semanas até que os alunos ganhem alguma familiaridade e à-vontade com essa metodologia e aprendam o que se espera deles. Para além disso, o facto dos alunos de ciências estarem habituados a práticas avaliativas baseadas, quase exclusivamente, em testes centrados na memorização, influencia a sua opinião relativamente ao tipo de actividades consideradas adequadas ao ensino das ciências (Millar e Osborne, 1998). Consequentemente, podem reagir negativamente quando lhes são propostas actividades distintas que, na sua opinião, não os preparam para o tipo de avaliação a que são sujeitos. Actividades experimentais ou de discussão de assuntos controversos são consideradas, por alguns alunos, como meras distrações ou “perdas de tempo”, pouco relevantes na sua preparação para os testes e na concretização do seu objectivo prioritário: a obtenção de classificações elevadas nos exames (Levinson e Turner, 2001).

Contudo, esta reacção dos alunos também poderá ter sido influenciada pela metodologia proposta por Gabriela. A apresentação dos trabalhos não foi planeada

de forma a estimular o debate de opiniões, pois cada aluno só havia construído uma opinião acerca do tema específico investigado pelo seu grupo. O facto dos temas seleccionados pelos restantes grupos não terem sido discutidos previamente restringiu a sua capacidade de intervir numa discussão. A reacção dos alunos poderia ter sido mais animada se cada grupo tivesse pesquisado o mesmo tema segundo diferentes perspectivas ou pontos de vista. Desta forma, a apresentação dos trabalhos poderia conduzir ao confronto de diferentes opiniões. No entanto, Gabriela não considerou tal hipótese, optando por responsabilizar exclusivamente os alunos pelo relativo insucesso da fase de discussão; tal atitude poderá revelar alguma inexperiência na concepção de actividades de discussão. Conforme refere Solomon (1998), o recurso a assuntos controversos e actuais não é condição suficiente para despoletar o interesse e a discussão de opiniões.

Apesar desse contratempo, as aulas decorreram num ambiente bastante calmo e Gabriela geriu facilmente as diferentes actividades realizadas. No entanto, observou-se uma falta de empatia e uma relação fria e distante entre a professora e os alunos. Durante as aulas e em todas as actividades, a falta de entusiasmo foi uma constante.

No final, Gabriela sentiu-se satisfeita com os resultados obtidos. Apesar da aparente indiferença da turma, está convicta de que a maioria dos alunos acabou por apreciar a diversidade das actividades propostas e, em especial, as actividades de observação e os trabalhos de pesquisa. Esta percepção foi, posteriormente, confirmada por algumas das suas alunas, durante as entrevistas realizadas pelo investigador.

No conjunto das aulas observadas foi evidente o impacto das concepções de Gabriela acerca do ensino e da aprendizagem das ciências na sua prática lectiva, tanto ao nível da diversidade como do tipo de actividades realizado. Apesar de sentir as limitações impostas por um currículo demasiado extenso, esforçou-se por realizar um conjunto diversificado de actividades, concebido com o intuito de motivar os alunos e de promover tanto a construção de conhecimentos como o desenvolvimento de capacidades que considera indispensáveis aos seus alunos.

Contudo, a actividade de pesquisa que propôs não teve o alcance esperado, acabando por permitir, essencialmente, o estabelecimento de relações entre os conteúdos programáticos abordados nas aulas e os avanços científicos e tecnológicos na área da genética. Outros objectivos previstos, nomeadamente a promoção de capacidades de análise crítica da informação e a discussão das interacções entre ciência, tecnologia e sociedade acabaram por ser insatisfatoriamente alcançados em consequência da forma como a actividade foi planeada e da reacção algo passiva por parte dos alunos. No conjunto das aulas, as referências explícitas a aspectos da natureza da ciência foram raras e acabaram por se limitar às breves referências feitas pelos alunos durante a apresentação dos seus trabalhos acerca do impacto social dos novos avanços na área da genética. O ambiente pouco animado que envolveu o período de discussão acabou por comprometer o aprofundamento deste aspecto.

Durante o planeamento e a realização das várias aulas, Gabriela revelou um conhecimento didáctico considerável, relativamente: a) às finalidades e objectivos para o ensino e a aprendizagem das Ciências da Terra e da Vida; e b) à selecção e gestão de estratégias adequadas à sua concretização. Manifestou experiência e segurança na implementação dos diferentes tipos de actividade e na gestão do tempo. No entanto, revelou alguma falta de conhecimento relativamente às actividades e metodologias mais adequadas ao ensino da natureza da ciência, nomeadamente, acerca da melhor forma de estimular a discussão na sala de aula. Acreditou que a abordagem de temas controversos desencadearia automaticamente o confronto de opiniões entre os alunos, o que efectivamente não se verificou.

5.7 SÍNTESE

As professoras participantes neste estudo reconhecem o carácter dinâmico da ciência e as suas múltiplas interacções com a tecnologia e o contexto sócio-cultural. De acordo com as suas opiniões, qualquer conhecimento científico está sujeito a alteração, mediante a “descoberta” e a discussão de novos dados.

Estas mesmas professoras são unânimes no reconhecimento da tecnologia como aplicação da ciência: um conjunto de instrumentos, aparelhos e técnicas concebidos graças à ciência, com o objectivo de servirem o ser humano e contribuírem para o aprofundamento do conhecimento científico.

Embora a totalidade das professoras evidencie uma concepção bastante positiva da ciência e da tecnologia, em virtude dos seus impactos na melhoria das condições de vida da população, a maioria admite o perigo de utilizações menos lícitas destes empreendimentos, influenciadas pelos valores e interesses de determinados indivíduos ou grupos. Logo, defendem o acompanhamento e o controlo da investigação: (1) por comissões de ética pluridisciplinares, constituídas por especialistas de elevado nível científico e moral; e (2) pelos cidadãos em geral. Júlia é a única que parece confiar numa investigação científica e tecnológica sem restrições, controlada exclusivamente pelos cientistas. Cristina e Amélia contrariam explicitamente o mito da pretensa objectividade e neutralidade da ciência, comum entre os cidadãos (McComas, 2000), admitindo a influência de condicionalismos pessoais, sociais, institucionais e políticos na actividade dos cientistas. Na sua opinião, a polémica em torno de várias questões científicas e tecnológicas actuais resulta, essencialmente, da diversidade de crenças, prioridades e interesses dentro da sociedade, em geral, e da comunidade científica, em particular. Sónia, não é tão peremptória na negação daquela concepção: defende que “um bom cientista tenta não ser influenciado (...) pelos diversos factores políticos que existem à sua volta” mas admite que tal possa suceder.

Todas as professoras identificam várias questões científicas e tecnológicas actuais marcadas pela controvérsia, nomeadamente na área da genética, e reconhecem o seu enorme impacto social e o seu potencial educativo, tanto na estimulação do interesse dos alunos, como no estabelecimento de ligações entre a ciência abordada na escola e a ciência com a qual os alunos contactam diariamente através dos meios de comunicação social. Contudo, também são unânimes em reconhecer a inexistência de referências explícitas ou de sugestões de abordagem relativamente à discussão de assuntos controversos nos currículos de Ciências da Terra e da Vida. Em virtude da complexidade e da relevância social destes

assuntos, várias professoras (Cristina, Amélia e Gabriela) consideram importante envolver os seus alunos na sua análise e discussão: acreditam que, desta forma, promovem os conhecimentos e as capacidades necessários à compreensão das questões sócio-científicas e à avaliação pública da ciência.

No entanto, as concepções destas professoras, marcadas pelo carácter transitório e controverso da ciência e da tecnologia, nem sempre têm tido repercussões ao nível das práticas de sala de aula. Frequentemente, estas concepções não são conciliáveis com a imagem de ciência veiculada nas suas aulas. Júlia, por exemplo, apesar de identificar algumas questões científicas e tecnológicas marcadas pela controvérsia, continua a veicular, através das suas práticas, uma imagem de ciência como empreendimento objectivo, desinteressado, meramente racional e desprovido de dúvida e de controvérsia. Para esta professora, a ciência parece ser um conjunto de factos, termos, conceitos e teorias que se “transmitem” aos alunos. Os seus principais objectivos são “cumprir o programa” e ajudar os alunos a “passar” os exames com classificações elevadas. Logo, encontra-se demasiado ocupada com aspectos factuais do currículo para se envolver e preocupar com aspectos de “funcionamento” da ciência que, na sua opinião, não integram o currículo da disciplina de CTV. Acredita que a aprendizagem das ciências envolve a “absorção” de conhecimentos científicos; logo, as suas práticas reflectem uma imagem de ciência como um catálogo de termos, factos e teorias que os alunos devem memorizar e repetir nos exames. Como estratégias de ensino, utiliza a exposição verbal para toda a turma, seguida da realização de “exercícios de aplicação”. Assim, veicula a ideia de que o cidadão se limita a “absorver” ciência, não exercendo um papel activo na tomada de decisões sobre as opções actuais na área da ciência e da tecnologia, as quais ficam a cargo dos “iniciados” na linguagem hermética da ciência: os cientistas.

Contudo, outras professoras conseguem um grau de consistência elevado entre as suas concepções acerca da ciência e as suas práticas de sala de aula. Cristina, por exemplo, entende a ciência como um empreendimento humano, complexo e dinâmico que envolve questões de valor, o que origina divergência de opiniões entre os cientistas, de acordo com as suas crenças e princípios. Acredita

que estas controvérsias não podem ser resolvidas simplesmente numa base técnica, pois envolvem outros aspectos: hierarquias de valores, conveniências pessoais, questões financeiras, pressões sociais... Consequentemente, os pareceres dos especialistas podem não coincidir, o que torna imprescindível a avaliação das informações apresentadas pelas facções envolvidas. Logo, Cristina reconhece a importância do envolvimento dos cidadãos no acompanhamento, na avaliação e no controlo do progresso científico e tecnológico e das suas implicações. Assim, procura preparar os seus alunos para a recolha, análise e interpretação de informação e de argumentos, a discussão de ideias e opiniões, a tomada de decisões e a resolução de problemas. As suas práticas centram-se, simultaneamente, no desenvolvimento de capacidades e na construção de conhecimentos relevantes para a vida. Cristina revela uma grande flexibilidade na gestão do currículo preocupando-se tanto com as competências desenvolvidas pelos alunos como com a abordagem dos tópicos do currículo. Tanto Cristina, como Gabriela, Amélia e Sónia, apesar de reconhecerem a inexistência de referências explícitas à abordagem de questões sócio-científicas nos currículos de Ciências da Terra e da Vida, recorrem a temas controversos actuais como pontos de partida para actividades de pesquisa, discussão e tomada de decisões acerca das potencialidades e limites do conhecimento científico e tecnológico. De acordo com as suas opiniões, estas actividades: a) permitem desenvolver capacidades e construir conhecimentos relevantes para a vida e indispensáveis a uma cidadania participativa; b) estimulam a curiosidade e o interesse dos alunos; c) veiculam uma noção de ciência como empreendimento humano, influenciado por valores e interesses, que envolve investigação, análise, partilha e discussão de ideias e opiniões frequentemente controversas.

À semelhança de alguns resultados obtidos por Tobin e McRobbie (1997), a prática de sala de aula das professoras participantes neste estudo parece ser influenciada, essencialmente, pelas suas concepções acerca do currículo, do ensino e da aprendizagem das ciências, bem como pelos objectivos educacionais que definem. No caso de Júlia, as suas acções são dominadas: a) por uma concepção curricular restrita, limitada a simples execução acrítica; b) pela sua concepção de

aprendizagem das ciências (associada à “absorção” passiva de conteúdos) adquirida através da sua longa experiência como aluna e como professora; e c) pelo seu grande objectivo educacional de ajudar os alunos a obter classificações elevadas em testes e exames, fortemente centrados na memorização. Relativamente às restantes professoras, as suas práticas são influenciadas: a) por alguma capacidade (e esforço) de gestão curricular (mais ou menos conseguido); b) por uma concepção de ensino das ciências que não se restringe à apresentação de conteúdos programáticos e à preparação dos alunos para provas de exame, envolvendo a abordagem de aspectos da natureza da ciência (através da discussão de questões sócio-científicas actuais) e a promoção de capacidades de pensamento, indispensáveis tanto à autonomia intelectual dos cidadãos como à sua participação em processos decisórios relacionados com ciência e tecnologia; e c) por uma concepção de aprendizagem como um processo de construção de conhecimentos e de desenvolvimento de capacidades intelectuais que depende do envolvimento activo dos alunos num leque alargado de actividades de sala de aula.

Constata-se que as ideias destas professoras sobre o empreendimento científico, nomeadamente acerca do seu carácter provisório e dinâmico e das suas interacções com a tecnologia e a sociedade, tiveram reflexo nas actividades de discussão sobre temas de genética que realizaram nas suas aulas. No entanto, o grau de consistência entre as concepções destas professoras e a sua prática de sala de aula variou consideravelmente. Em consonância com outras investigações (Abd-El-Khalick, Bell e Lederman, 1998; Lederman, 1999; Mellado, 1996; Schwartz e Lederman, 2002), constata-se a existência de factores que afectam a congruência entre as concepções dos professores (acerca da natureza, do ensino e da aprendizagem das ciências) e a prática de sala de aula. A implementação de um ensino capaz de envolver os alunos na construção activa de conhecimentos e no desenvolvimento de capacidades de pensamento, através do recurso a um leque diversificado de estratégias, foi limitada por vários factores: a) dificuldades de gestão do currículo que permitam obter o tempo e o espaço necessário à realização dessas estratégias; b) níveis reduzidos de conhecimento didáctico sobre o currículo de CTV e as abordagens mais adequadas à concretização dos seus objectivos; c)

falta de interesse dos alunos relativamente à disciplina de CTV e às actividades propostas; e d) dificuldades na gestão de situações de indisciplina.

Apesar de todas as professoras reconhecerem a importância da discussão de questões sócio-científicas actuais no ensino das ciências, houve vários factores que dificultaram a sua realização, nomeadamente: a) a ausência de referências explícitas à abordagem de temas controversos no currículo de CTV, do 11º ano; b) dificuldades na gestão do currículo de forma a permitir a realização de actividades de discussão; c) os exames nacionais que induzem práticas de sala de aula centradas na memorização; d) a postura autoritária de uma das professoras, incompatível com uma actividade de discussão; e) dificuldades na concepção e gestão de actividades de discussão; e f) falta de conhecimentos sobre o funcionamento da ciência e a actividade dos cientistas.

À semelhança de outros estudos (Brickhouse, 1990; Duschl e Wright, 1989; Lederman e Zeidler, 1987), constata-se a importância do currículo como factor inibidor da atenção atribuída pelos professores a aspectos da natureza da ciência. Contudo, neste estudo, a extensão do currículo e a pressão para cobrir os conteúdos não impediram várias professoras de abordar de forma explícita aspectos da natureza da ciência. Cristina, por exemplo, revela uma capacidade notável de interpretar o currículo de forma a abordar os temas e a realizar as actividades que considera importantes e relevantes.

CAPÍTULO 6

A ACÇÃO DE DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL

6.1 INTRODUÇÃO

O presente capítulo é dedicado aos resultados da segunda fase do estudo, ou seja, da realização de uma acção de desenvolvimento pessoal e profissional destinada às professoras envolvidas na primeira fase. Conforme foi explicitado no Capítulo 3 (referente à metodologia), esta componente de intervenção foi suscitada pelas informações obtidas durante a primeira fase da investigação e assumiu um formato de investigação-acção, com a finalidade dupla de investigar (compreender) e de actuar (mudar) sobre uma determinada realidade (Bogdan e Biklen, 1994; Carr e Kemmis, 1986; Dick, 2000).

Através desta segunda fase do estudo pretendeu-se, simultaneamente:

1. Estimular a reflexão dessas mesmas professoras sobre (a) as suas concepções acerca da natureza, do ensino e da aprendizagem da ciência, (b) as discrepâncias detectadas entre essas concepções e as suas práticas de sala de aula, (c) as concepções dos seus alunos acerca da natureza da ciência, (d) a possível origem dessas concepções e (e) a importância de um ensino da ciência que aborde explicitamente aspectos da natureza da ciência;
2. Promover a reflexão sobre as potencialidades das actividades de discussão de assuntos controversos (na construção, pelos alunos, de concepções mais adequadas sobre a ciência) e os factores que dificultam ou facilitam a concepção e a implementação deste tipo de actividade nas salas de aula;

3. Apoiar essas professoras na construção do conhecimento didáctico necessário à concepção e à implementação de actividades de discussão de assuntos controversos nas suas aulas de Ciências da Terra e da Vida;
4. Estudar as potencialidades de um tipo de acção de formação – privilegiando a reflexão e a aprendizagem vivencial, colaborativa e centrada em problemas – no desenvolvimento profissional desses professores;
5. Aprofundar o conhecimento sobre os factores que afectam a realização de actividades de discussão de questões sócio-científicas em contexto de sala de aula.

A acção de formação privilegiou a reflexão (sobre as concepções e a prática) e a aprendizagem vivencial, colaborativa e centrada em problemas (identificados pelo investigador e pelas próprias participantes durante a primeira fase do estudo). Procurou salientar-se a importância do desenvolvimento do conhecimento profissional a partir do trabalho e reflexão dos próprios professores (Ponte, 1998; Roldão, 1999; Schön, 1983, 1987; Zeichner, 1993). Pretendeu-se proporcionar às participantes uma oportunidade para o desenvolvimento de uma visão crítica do seu trabalho através da reflexão sobre as compatibilidades e as incompatibilidades existentes entre: (1) as suas concepções acerca da natureza, do ensino e da aprendizagem da ciência; (2) a sua própria prática; e (3) as orientações curriculares para o ensino das Ciências da Terra e da Vida. A acção funcionou como um espaço e um tempo destinado tanto à discussão das eventuais incompatibilidades detectadas, como à construção – em interacção – do conhecimento necessário à sua superação. Procurou-se, assim, promover um processo reflexivo orientado para a acção (Kemmis, 1985).

A acção de desenvolvimento profissional foi concebida, especificamente, de acordo com as características das cinco professoras participantes na primeira fase do projecto de investigação, ou seja, com base nas suas concepções e práticas, nas concepções dos seus alunos e no seu contexto particular de trabalho. No entanto, foi estimulada a participação de outros docentes (do mesmo grupo disciplinar) das

duas escolas envolvidas no estudo, partindo do pressuposto que o envolvimento de um maior número de professores, provenientes de contextos educativos semelhantes, poderia contribuir para o enriquecimento da interacção estabelecida. Assim, a acção de formação integrou um conjunto de dez participantes: as cinco professoras envolvidas na primeira fase do estudo (Cristina, Amélia e Sónia – da Escola X – e Júlia e Gabriela – da Escola Y) e outras cinco colegas (Luísa, Isaura, Vera e Tânia – da Escola X – e Isolda – da Escola Y).

Conforme foi explicitado no capítulo referente à metodologia deste estudo, a acção de formação realizou-se na modalidade de Oficina de Formação e decorreu entre Fevereiro e Julho de 2002. Envolveu sessões presenciais conjuntas, uma fase de apoio e acompanhamento na implementação de unidades didácticas concebidas nas sessões presenciais e uma fase de avaliação da acção pelas participantes, pelo formador e por um avaliador externo.

6.2 AS OPINIÕES DAS PROFESSORAS PARTICIPANTES

As opiniões das professoras relativamente à acção de formação foram recolhidas através de entrevistas individuais (EP4) depois da conclusão da mesma. Solicitou-se a cada uma das participantes que se pronunciasse sobre os aspectos positivos e os aspectos negativos da oficina de formação e as eventuais repercussões na sua actividade profissional. As entrevistas foram todas gravadas em áudio e transcritas para posterior análise. À semelhança da primeira fase do estudo, as transcrições das entrevistas foram submetidas a uma análise categorial centrada nos aspectos atrás referidos (aspectos positivos, aspectos negativos e repercussões profissionais). A análise efectuada permitiu recolher as seguintes informações:

6.2.1 Aspectos Positivos

De acordo com as professoras participantes, os aspectos positivos da acção de formação consistiram, fundamentalmente: a) na compreensão da importância e da relevância de um ensino das ciências que inclua a discussão de questões sócio-científicas; b) na aprendizagem de metodologias de ensino mais motivadoras para os alunos; c) na construção do conhecimento didáctico necessário à realização de actividades de discussão (Quadro 12).

Quadro 12

Aspectos Positivos da Oficina de Formação

Aspectos Referidos	Nº de referências	%
Construção de conhecimento didáctico necessário à realização de actividades de discussão de questões sócio-científicas	10	100
Aprendizagem de metodologias de ensino mais eficazes na motivação e na aprendizagem dos alunos	7	70
Importância de um ensino das ciências que inclua a discussão de questões sócio-científicas	4	40
Adequação às necessidades dos professores	3	30
Metodologias utilizadas durante a acção de formação	3	30
Disponibilização de exemplos de actividades aos professores	3	30
Acompanhamento proporcionado pelo formador durante a concepção e a realização das actividades	3	30
Partilha de ideias entre os participantes	1	10
Construção de conhecimentos sobre a natureza da ciência	1	10

As professoras consideram que a oficina de formação lhes permitiu tomar consciência da importância das actividades de discussão de questões sócio-científicas: a) na veiculação de uma imagem mais real da ciência e da tecnologia e das suas interacções com a sociedade; e b) na preparação dos alunos para um envolvimento eficaz em processos de tomada de decisão. São unânimes no reconhecimento da importância desempenhada pela acção na construção de

conhecimentos didácticos indispensáveis à ultrapassagem do que anteriormente identificavam como falhas e inseguranças relativamente à concepção e à gestão de trabalhos de grupo, em geral, e de actividades de discussão de assuntos controversos, em particular. Acreditam que as estratégias de aprendizagem cooperativa experimentadas e discutidas na acção se revelam eficazes: a) no reforço da interdependência entre os membros de cada grupo; b) na promoção da responsabilização dos elementos do grupo pelo cumprimento das suas tarefas específicas; c) na avaliação individual e colectiva dos elementos do grupo; e d) na gestão do trabalho de pesquisa e discussão.

“Aprendi! Eu penso que quando nós começamos a utilizar formas de trabalho em que a abordagem das temáticas é controversa e começamos a explorar trabalho de grupo com os alunos, na prática sentimos sempre muitas dificuldades e há falhas na maneira como implementamos essas estratégias... (...) Penso que agora talvez o consiga fazer de uma forma mais elaborada, mais completa. E também relativamente às grelhas de avaliação, à proposta de distribuição de diferentes papéis para os diferentes alunos que vão desenvolver a temática, eu achei isso muito interessante, a maneira de fazer isso, porque eu nunca me tinha lembrado... Essa parte acho que falhava, e portanto para mim foi importante reflectir sobre isso.” (Gabriela, EP4)

A maioria das participantes considera que o tipo de actividades discutidas e construídas na oficina de formação (actividades de representação de papéis, estudo de casos, tomada de decisão e discussão de dilemas) permitirá aos seus alunos desenvolverem níveis mais elevados de motivação, de conhecimento sobre conteúdos científicos e metacientíficos e de capacidades de pesquisa, análise e discussão de informação indispensáveis a uma cidadania plena. Por isso mesmo, algumas professoras valorizaram bastante os diversos exemplos de actividades apresentados pelo formador no decurso das sessões.

Entre os aspectos positivos referidos pelas professoras destaca-se também o conjunto de metodologias utilizadas ao longo da oficina. Isolda, por exemplo, acredita que a aprendizagem de novas abordagens, estratégias ou actividades pode ser facilitada se o professor contactar com os resultados obtidos por outros colegas (através da análise e discussão de estudos de caso) ou se lhe for dada oportunidade de experimentá-las e compreendê-las pessoalmente, durante as

acções de formação. Estas ideias estão em consonância com as opiniões de vários especialistas que salientam as potencialidades da experiência directa (Borko e Putnam, 1996; Magnusson, Krajcik e Borko, 1999) e da discussão de casos ou de episódios (Barnett e Sather, 1992; J. Shulman, 1992) no desenvolvimento profissional e pessoal dos professores:

“As acções de formação são importantes para que os professores se encontrem no seu papel de alunos. Para sabermos avaliar as actividades e as metodologias na perspectiva de alunos.” (Isolda, EP4)

“Acho muito importante, não nos limitarmos a falar teoricamente... Afinal, já houve pessoas que realizaram este tipo de actividades. É muito interessante conhecermos os resultados que obtiveram e as dificuldades que sentiram...” (Isolda, EP4)

A reacção positiva de Isolda à discussão de trabalhos e ideias dos alunos durante a oficina de formação apoia as opiniões de alguns autores (Loucks-Horsley, Hewson, Love e Stiles, 1998) relativamente às potencialidades desta estratégia no desenvolvimento profissional dos professores, nomeadamente, no que respeita à obtenção de informações sobre a aprendizagem e as dificuldades dos alunos, à avaliação do impacto de determinadas práticas e à obtenção de orientações para a concepção de novas experiências de aprendizagem. Conforme referem Hewson, Tabachnick, Zeichner e Lemberger (1999), o conhecimento das ideias dos alunos funcionou como um catalizador de reflexão e de mudança para esta professora:

“Achei super interessante analisar os trabalhos dos alunos! E devo-te dizer que eu depois voltei a lê-los e vou voltar a lê-los, e achei aquilo super interessante, super interessante. As histórias de ficção científica, e até o aspecto do papel do cientista, da maneira como eles encaram o cientista, achei muito interessante. Às vezes, ao nível de secundário, julgamos que os alunos já encaram as coisas numa certa maneira, e afinal de contas têm ideias tão deturpadas da ciência... E muitas dessas ideias erradas nós também as acabamos por ter... E transmitimo-las erradas.” (Isolda, EP4)

Algumas professoras valorizaram, também, outros aspectos metodológicos da acção de formação, nomeadamente: a) a incidência nas principais dificuldades apresentadas pelas formandas na concepção e realização de actividades de discussão em sala de aula; b) a realização das experiências de aprendizagem no contexto de trabalho das participantes; e c) o tipo de acompanhamento

proporcionado pelo formador/investigador. Gabriela, por exemplo, avalia positivamente todos estes aspectos. Na sua opinião, o diagnóstico efectuado durante a primeira sessão revelou-se bastante útil no planeamento de toda a oficina de formação e no sucesso da mesma:

“Eu acho que as acções de formação devem ir ao encontro das necessidades do professor na sua actividade prática lectiva e, portanto, a acção correspondeu exactamente àquilo que eu penso que deverá ser uma acção de formação.” (Gabriela, EP4)

À semelhança de vários autores, Gabriela defende a necessidade da formação situar as experiências de aprendizagem dos professores no contexto em que trabalham (Barroso, 1996; Barroso e Canário, 1999; Brown, Collins e Duguid, 1989; Lave e Wenger, 1991) e proporcionar um apoio personalizado que facilite a superação de dificuldades e obstáculos e contribua para o desenvolvimento profissional através da reflexão sobre a acção (Ponte e Oliveira, 2002; Schön, 1992; Roth e Tobin, 2002):

“A formação deve ser um acto contínuo para mim, e isso deverá passar pela prática lectiva. Portanto, os professores saírem da escola, irem reflectir para outro local... É importante mas é muito artificial e muito limitativo. O importante é termos uma pessoa com quem discutir problemáticas e que nos acompanhe e que tenha essa disponibilidade, que acho que foi aquilo que aconteceu. (...) A sua disponibilidade [do formador/investigador] para estar com os formandos foi sempre muito grande. Porque eu acho que o grande problema das acções de formação é exactamente esse: para além de não ser adequada à nossa realidade, rouba muita disponibilidade às pessoas para o trabalho na escola. Agora se for integrada no tempo que o professor passa na escola, na sua vida profissional, se fizer parte do seu ambiente pode ser bastante útil.” (Gabriela, EP4)

Na opinião de Gabriela, o planeamento conjunto de aulas e a sua posterior observação e discussão com o formador permitem melhorar as competências profissionais do professor e enfrentar com maior confiança novos desafios.

6.2.2 Aspectos Negativos

Como aspectos negativos da acção as professoras referem, essencialmente, a breve duração da mesma e o período (do ano e do dia) em que foi realizada (Quadro 13).

Quadro 13

Aspectos Negativos da Oficina de Formação

Aspectos Referidos	Nº de referências	%
Curta duração da acção	3	30
Período do ano em que decorreu a acção de formação	2	20
Horário da acção	2	20

A realização da acção no final do segundo período, associada a contingências diversas (problemas de saúde, cansaço inerente a essa fase do ano lectivo), dificultou a implementação em sala de aula das actividades concebidas durante a acção de formação. Em vários casos, essas actividades incidiam em tópicos programáticos já leccionados durante esse ano lectivo. Assim, apenas Cristina conseguiu utilizar os materiais no próprio ano em que foram concebidos. Portanto, várias participantes consideraram que a acção deveria ter sido mais prolongada no tempo, de forma a permitir o apoio na realização das actividades com os seus alunos:

“Tive pena que fosse pouco tempo. Por exemplo, tive pena da acção me apanhar numa altura que eu depois não tive oportunidade de aplicar. Eu ainda tive umas ideias, mas depois este aspecto físico do meu pé não deu para isso...” (Isolda, EP4)

“Fazer uma acção de formação a partir do segundo período, há sempre um menor investimento. Por vários motivos: porque há mais trabalho, porque estamos cansados, porque... pronto, por vários motivos. Acho que as acções de formação deveriam ser feitas sempre em Setembro ou no primeiro período.” (Sónia, EP4)

Algumas professoras, com o horário lectivo centrado exclusivamente no período da tarde, sentiram alguma dificuldade em frequentar a acção imediatamente após a conclusão das suas aulas. Para estas professoras, a oficina de formação representou um esforço suplementar considerável.

No entanto, para três das participantes, a acção não teve qualquer aspecto negativo:

“Não é pelo Pedro estar aqui, mas acho que não houve assim nada... que eu avalie negativamente. Porque relativamente ao trabalho de grupo forneceu-nos indicações quanto à constituição dos grupos, à avaliação dos trabalhos, e isso foi tudo muito útil. Não estou a ver algo que tenha sido negativo... Acho que teve um encadeamento... uma sequência lógica e não há assim nada que pudesse não ter existido e que considere negativo.” (Amélia, EP4)

“Eu não consigo encontrar aspectos menos positivos, porque como lhe digo, se eventualmente havia problemas em termos de horário ou de disponibilidade, a sua disponibilidade para estar com os formandos foi sempre muito grande” (Gabriela, EP4)

“Acho que foi tudo tão interessante... não consigo ver [aspectos negativos]... Acho que aprendi imenso nesta acção.” (Júlia, EP4)

Contudo, a razão destes comentários parece ser bastante diferente. Enquanto Amélia e Gabriela justificaram a sua opinião com vários argumentos, Júlia limitou-se a salientar o facto de ter efectuado diversas aprendizagens sem, no entanto, as especificar ou identificar qual o impacto dessas aprendizagens na sua actividade profissional (apesar da insistência do investigador). O objectivo da resposta desta professora parece ter sido, unicamente, concluir rapidamente a entrevista e a sua participação no estudo.

6.2.3 Repercussões na Actividade Profissional

A totalidade das participantes admite que a acção de formação terá repercussões na sua prática de sala de aula, nomeadamente, na diversidade de actividades que poderão propor futuramente aos alunos. Sentem que os conhecimentos apropriados lhes permitirão gerir com maior eficácia e confiança os

trabalhos de grupo, em geral, e as actividades de discussão de questões sócio-científicas, em particular. Um aspecto especialmente valorizado relaciona-se com a organização e a avaliação do trabalho de grupo; uma área onde sentiam bastantes lacunas, acabando por limitar a opção por este tipo de actividade. Algumas professoras identificam, ainda, repercussões nas suas ideias sobre a ciência (duas referências) e no reconhecimento da importância das actividades de discussão de questões controversas na construção de uma imagem mais real do empreendimento científico e das suas interacções com a sociedade (duas referências).

“Acho que vou tentar fazer mais trabalho de grupo, porque... uma coisa é o trabalho de grupo não avaliado, e os miúdos fazem sempre, não é? Mas acho que fazer este ou outro tipo de trabalho avaliado, ajuda os miúdos a saberem trabalhar em grupo e mais tarde isso vai-se reflectir na aprendizagem deles. (...) Para além disso, a acção permitiu-me reflectir e clarificar ideias sobre o que é a ciência e as ideias que transmitimos aos alunos. Uma pessoa tem sempre uma imagem muito retórica de ciência, mesmo o professor. No fundo aprendi um pouco que... a ciência não é uma verdade... é uma coisa que está sempre a evoluir. Eu penso que o reflectirmos sobre isso ajudou-me a clarificar a minha ideia sobre a ciência e sobre as relações que estabelece com a tecnologia e a sociedade. E penso que a irei transmitir melhor aos alunos, nomeadamente, através das actividades de discussão de assuntos controversos.” (Sónia, EP4)

Cristina afirma que as repercussões da oficina de formação se tornaram evidentes nas suas aulas durante a realização do conjunto de actividades que planeou sobre o tema da clonagem. Na sua opinião, a reacção extremamente positiva dos alunos nessas aulas constituiu a maior evidência do impacto da acção:

“Eles gostaram muito da investigação e da discussão que fizeram sobre clonagem. Acharam muito interessante. Foi mesmo em cima do acontecimento, acho que isso é muito importante, e cada vez mais acho que a Biologia... Estes aspectos são relevantes, não podemos ignorá-los. (...) Eu gosto sempre de experimentar novas metodologias, novas estratégias... não me importo de arriscar. Umas vezes tenho-me dado bem, outras vezes tenho-me dado mal... mas é assim. É por tentativas... Tentativa e erro é uma maneira boa de aprender.” (Cristina, EP4)

Estas afirmações revelam, ainda, a importância que esta professora atribui à experiência de novas abordagens em contexto de sala de aula como estratégia

adequada à construção de conhecimento didáctico. Tanto Cristina como todas as suas colegas referem a eficácia da reflexão na acção e sobre a acção no seu desenvolvimento profissional (Schön, 1992). Contudo, apenas Cristina conseguiu realizar nas suas turmas as actividades que planeou durante a acção de formação. As restantes colegas, por razões diversas, não conseguiram fazê-lo. No entanto, são unânimes no reconhecimento que a dimensão formativa da acção poderia ter sido mais acentuada se tivessem experimentado com os seus alunos as actividades planeadas:

“Se eu tivesse implementado a actividade que planeei, teria visto os seus pontos mais fortes e os mais fracos. Eu planeei seis aulas... Tenho lá o que eu pensava fazer. Agora, se eu aplicasse iria ter sempre um ‘feedback’...” (Amélia, EP4)

Todas as professoras manifestam o desejo de efectuarem essa experiência no ano escolar seguinte. Contudo, algumas receiam não conseguirem concretizar esse desejo sem o apoio do formador/investigador ou dos seus colegas de grupo:

“No fundo é uma coisa que falha muito, é a formação ser feita naquele momento e depois acabou... E a pessoa quando vai aplicar não tem acompanhamento na altura, o que é terrível porque as dúvidas vão surgir é quando se aplica.” (Tânia, EP4)

Luísa, por exemplo, sente-se algo insegura e isolada. Gostaria de poder partilhar e discutir o seu trabalho com outros colegas, mas considera que a concretização deste seu desejo acaba por ser inviabilizada pela incompatibilidade de horários e pelo predomínio de uma cultura individualista dentro do seu grupo disciplinar:

“Eu até pensei, bom, para o ano se eu tiver uma turma de 11º ano, poderei se calhar aplicar algumas daquelas actividades... Mas não sei se sozinha conseguirei. (...)

Eu penso que, de uma maneira geral, o mal dos professores é não partilharem as suas experiências, não ajudarem, não colaborarem. A falta de colaboração e a falta de discussão crítica. (...) A crítica ao nosso trabalho também é bom. E não é por me criticarem o meu trabalho que eu me zango, porque eu mesmo peço... Da discussão nasce a luz! Até mesmo os cientistas gostam que as suas ideias sejam criticadas e analisadas.” (Luísa, EP4)

Os comentários de Luísa evidenciam duas realidades distintas. Em primeiro lugar, a sua convicção quanto às potencialidades do trabalho colaborativo entre professores: a) na superação das dificuldades e dos obstáculos com que se deparam na sua actividade profissional; b) na promoção de uma atitude reflexiva acerca da sua actuação; e c) na obtenção da confiança necessária ao envolvimento em novos desafios – uma convicção partilhada por vários especialistas, nomeadamente, Roth e Tobin (2002) e Showers e Joyce (1996). Em segundo lugar, a existência de factores que dificultam o estabelecimento de uma cultura de colaboração e reflexão entre os professores. No entanto, apesar dos seus sentimentos de insegurança, Luísa acredita que a acção de formação terá repercussões na sua actividade profissional:

“Sim vai ter [repercussões]. E de tal maneira que até já incentivei o meu marido [professor universitário de ciências naturais] a programar algumas actividades do género das que discutimos e construimos na acção. Ele até já me disse que vai utilizar alguma coisa. Foi das acções que eu gostei mais de fazer embora tivesse sido pouco tempo.” (Luísa, EP4)

Ao longo das entrevistas foram ainda referidos outros factores que poderão limitar o impacto da acção nas práticas de sala de aula como, por exemplo, o excesso de conteúdos no currículo de Biologia do 12º ano e o facto de algumas professoras leccionarem anualmente currículos distintos impedindo, deste modo, a rentabilização das actividades e do conhecimento didáctico construídos nos anos anteriores:

“No 12º ano se a gente sai do âmbito dumas aulas rotineiras não conseguimos cumprir o programa. Porque nós temos que dar a matéria! É muito extenso o programa e se trazemos assuntos controversos para a aula, é giro, mas não temos tempo depois para cumprir o programa” (Luísa, EP4)

“Eu gosto sempre de experimentar coisas diferentes. Eu gostaria de testar algumas das ideias que tive este ano. Gostaria de dar outra vez o 11º ano de C.T.V. mas não sei se isso vai ser possível... Acho que um professor deve dar o programa no mínimo durante dois anos seguidos, senão no fundo é deitar trabalho fora. E o que me tem acontecido é que... um ano é uma coisa, no outro é outra...” (Gabriela, EP4)

Contudo, apesar destas dificuldades algumas professoras não desistem. Gabriela, por exemplo, deseja continuar a experimentar novas abordagens e

actividades com os seus alunos, nomeadamente, actividades de discussão de questões sócio-científicas:

“É difícil conseguir implementá-las em programas muito extensos como nós temos. No entanto, eu continuo a tentar, e tenho tentado sempre até inclusive no programa de Biologia de 12º ano. E tenho conseguido! Mesmo com as pessoas sempre a dizer: ‘Não há tempo. Não faças. Ai tu estás completamente louca’. Mas na realidade eu tenho conseguido cumprir os programas fazendo esse tipo de experiências, portanto eu vou continuar.”
(Gabriela, EP4)

Torna-se evidente que nem todas as professoras são capazes (ou têm vontade) de gerir o currículo de forma a realizarem actividades de discussão. Algumas professoras continuam a encarar o currículo como uma listagem de tópicos que devem ser abordados de forma sequencial, compartimentada e exaustiva.

6.3 A OPINIÃO DO AVALIADOR EXTERNO

Conforme previsto pelo Conselho Científico-Pedagógico da Formação Contínua (1996), a oficina de formação foi submetida a avaliação externa por uma especialista de reconhecido mérito na área das Ciências da Educação (concretamente, uma professora universitária com larga experiência na formação de professores de Biologia e Geologia). A avaliação externa, além de constituir um requisito obrigatório em modalidades de formação centrada na escola (círculos de estudo, oficinas e projectos de formação), permitiu obter uma apreciação da oficina por um consultor externo, sem qualquer envolvimento nas fases de concepção e realização da acção. O relatório de avaliação (Anexo 8), foi redigido a partir da análise de vários elementos, nomeadamente, do programa da oficina de formação, do relatório de avaliação final (elaborado pelo formador/investigador) e dos trabalhos elaborados pelas participantes (incluindo a aplicação em sala de aula de algumas das estratégias planeadas durante a oficina).

De acordo com o relatório, a avaliação global da acção é bastante positiva, em consequência das evidências detectadas relativamente ao grau de

concretização dos objectivos previstos, à adequação das metodologias utilizadas, à elevada adesão das participantes e ao eventual impacto da acção no desenvolvimento pessoal e profissional das professoras envolvidas:

“Podemos afirmar que a concretização dos objectivos enunciados à partida nos parece uma evidência, face à adesão que os formandos revelam em relação à possibilidade de aplicação real do que aprenderam nesta oficina de formação e à qualidade dos trabalhos finais produzidos pelos formandos. O recurso a metodologias inovadoras e que apresentam grandes potencialidades para os docentes pode explicar a opinião extremamente favorável que os formandos, por vezes, expressam.(...)”

“(...) o nível de adesão conseguido parece-nos uma forma indirecta de avaliação do trabalho realizado nesta oficina de formação, pois o modo e a qualidade com que corresponderam às solicitações do formador indicam, de forma inequívoca, o sucesso da oficina de formação.”

Entre os elementos especialmente valorizados pela avaliadora externa destacam-se a pertinência e a actualidade da temática da acção (relativamente à sociedade e aos documentos de política educativa actuais), as potencialidades das actividades realizadas no estabelecimento de ligações entre as componentes teórica e prática (facilitando a construção de conhecimento didáctico, adequado às exigências curriculares recentes, e aumentando a probabilidade de impacto nas práticas de sala de aula) e a actuação do formador (apoando as professoras na concepção e na implementação de actividades em contexto escolar):

“(...) é nítida a qualidade da acção de formação quer quanto às suas temáticas quer quanto às actividades práticas em que os formandos participaram. Todo o trabalho é apresentado (programa da oficina de formação) de uma forma detalhada, muito bem fundamentada e com uma enorme consistência entre os objectivos a atingir e as estratégias seleccionadas para essas sessões de trabalho. Por outro lado, a pertinência e actualidade do tema desta oficina de formação facilitam a adesão pronta dos formandos, uma vez que é nítida a sua contribuição para o desenvolvimento de práticas de sala de aula mais adaptadas às exigências dos actuais documentos de política educativa.

Do ponto de vista do desenvolvimento pessoal e profissional dos formandos esta oficina de formação tem todos os ingredientes para poder constituir um marco de relevo: a) uma temática actual e directamente ligada às suas práticas profissionais mas que, simultaneamente, interessa a qualquer cidadão crítico e participativo; b) o recurso a estratégias inovadoras e que têm um forte poder de sedução dos alunos, quando implementadas em contexto de sala de aula; c) actividades bem concebidas e que permitem fazer pontes

pertinentes entre a teoria e a prática, o que nem sempre é fácil de conseguir e que é, tantas vezes, criticado em outras acções de formação; d) a disponibilidade, empenho e entusiasmo do formador, que está patente na forma como se envolve em todo o processo formativo e, de forma mais nítida, na disponibilidade e interesse que demonstrou em acompanhar as implementações de actividades que decorrerão no próximo ano lectivo.”

Segundo o relatório, as actividades práticas realizadas revelaram-se particularmente adequadas à construção do conhecimento didáctico (necessário à concretização das orientações curriculares actuais para o ensino das ciências), permitindo às professoras experimentarem, realizarem com os seus alunos e discutirem novas estratégias, metodologias e actividades (o que facilitou a detecção de dificuldades e a construção conjunta de possíveis soluções):

“(…) um dos motivos que provoca, por vezes, menor adesão dos docentes às orientações curriculares inovadoras é sentirem que não estão preparados para lhes saberem responder. Há, de facto, uma enorme diferença entre querer fazer e saber fazer. Por isso mesmo nos parece tão bem adaptado às actuais necessidades formativas que uma acção deste tipo inclua partes práticas como as que foram descritas, que levam os formandos a contactar com técnicas que não dominam e que podem aplicar, posteriormente, na sua prática profissional. Para além disso, o facto de terem podido eles próprios experimentar as estratégias que iriam propor aos seus alunos, parece-nos um aspecto de grande potencialidade didáctica, uma vez que lhes permitiu detectar dificuldades que também poderiam surgir em contexto de sala de aula e, simultaneamente, debatê-las com os colegas, procurando soluções e caminhos para que pudessem ser ultrapassadas. (...)

Este aspecto foi complementado com dois outros igualmente relevantes: as sessões de acompanhamento individual implementadas pelo formador e, por último, a partilha de experiências, na última sessão, já após a concretização das actividades em sala de aula.(...)

Um aspecto interessante da metodologia é a conjugação, oportuna, entre as sessões colectivas e as sessões de acompanhamento individual, de modo a, por um lado, poder fomentar (experienciando) o trabalho cooperativo e, por outro, ser capaz de responder às necessidades individuais de cada participante. Esta dupla abordagem facilitava a efectiva implementação, em contexto de sala de aula, dos conteúdos abordados na oficina de formação, permitindo fazer a ponte entre o que era aprendido e o que é efectivamente utilizado, na prática docente.”

À semelhança de vários autores (Ponte e Oliveira, 2002; Schön, 1987, 1992), a avaliadora externa considera que o conhecimento profissional do professor se baseia, fortemente, na experiência e na reflexão sobre a experiência. A reflexão

sobre as suas vivências permite alicerçar a dimensão teórica da formação com a dimensão prática da sua experiência pessoal (Day, 1999; Schön, 1987). De acordo com a sua opinião, a interacção entre as professoras, bem como a experiência pessoal directa e a reflexão conjunta (na acção e sobre a acção) terão sido importantes na operacionalização dos conhecimentos construídos durante a acção de formação.

Os conhecimentos podem ser apropriados através de materiais diversos, tanto mais que nos encontramos numa sociedade em que o acesso a formas diversificadas de informação é uma constante. Porém as actividades práticas e a reflexão crítica, essenciais para que se consigam operacionalizar esses mesmos conhecimentos, necessitam de trocas interpessoais, como as que ocorrem em espaços/tempos formativos deste tipo. Daí a relevância destas acções de formação e a pregnância que elas podem ter nas práticas dos professores que nelas participam.

Outro aspecto bastante valorizado pelo relatório é o papel desempenhado pelo formador:

“(...) algumas [opiniões] estão expressas de forma clara e inequívoca, sendo muito favoráveis à actuação do formador:

‘Enaltece-se a disponibilidade do formador no fornecimento de elementos que permitiram o melhor desenvolvimento da formação e do presente trabalho. Esta colaboração entre formador e formandas demonstrou uma sensibilidade pedagógica e didáctica que ultrapassa a mera transmissão de conhecimentos que é norma nestas acções de formação’. (Tânia e Vera, Trabalho final, Agradecimentos)

Este comentário parece-nos bastante significativo porque realça a capacidade de empatia e eficácia do formador e, ainda, porque também denota que estas formandas costumam frequentar diversas acções de formação e que classificam a actual oficina de formação como muito mais conseguida que o que é habitual, neste tipo de acções de formação.”

Na opinião da avaliadora, a boa relação de trabalho (e de confiança), estabelecida entre o formador e as professoras, evidencia-se no envolvimento das formandas nas actividades propostas, nomeadamente, nas actividades realizadas em contexto de sala de aula:

(...) a efectiva adesão dos formandos em relação às actividades previstas, apesar de algumas delas extravasarem a calendarização e o local da oficina de formação, pois se destinam a serem implementadas na sala de aula, com

os seus próprios alunos, (...) implica um grau de exposição pessoal muito maior, só possível quando existe o estabelecimento de uma relação de confiança entre formador e formandos.

O relatório sublinha, ainda, o facto (menos positivo) da maioria das professoras não ter efectivamente realizado, nas suas próprias aulas, as actividades construídas durante a acção (facto esse justificável “por dinâmicas próprias do contexto escolar”), o que é compensado pelo desejo expresso de virem a fazê-lo no ano lectivo seguinte (2002-2003).

6.4 POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES DA ACÇÃO

A triangulação dos comentários críticos (apresentados pelas participantes e pelo avaliador externo) e das observações efectuadas durante a acção de formação permite identificar algumas potencialidades e limitações desta segunda fase do estudo.

As estratégias implementadas durante a acção de formação revelaram-se adequadas à concretização de alguns dos objectivos propostos. Foi notório o êxito das estratégias utilizadas: a) na promoção da reflexão sobre as concepções e as práticas de sala de aula das formandas; b) na estimulação da participação e do envolvimento das professoras nas actividades propostas; c) na consciencialização das participantes relativamente à importância das actividades de discussão de questões sócio-científicas na veiculação de uma imagem mais real da ciência e das suas interacções com a tecnologia e a sociedade; d) na construção de conhecimento didáctico necessário à realização de um ensino “com” e “para” a discussão (isto é, que recorra à discussão e prepare os alunos para este tipo de interacção); e e) na integração desse conhecimento nas estratégias concebidas pelas formandas (e implementadas por algumas delas). Entre as diversas estratégias utilizadas, duas revelaram-se particularmente eficazes na estimulação da reflexão e do desejo de mudança: a análise de trabalhos e opiniões dos seus próprios alunos e a discussão de estudos de caso sobre as coerências e

incoerências entre as concepções (acerca da natureza, do ensino e da aprendizagem da ciência) e as práticas de sala de aula de dois professores de ciências.

A análise das histórias de ficção científica e das respostas aos questionários redigidas pelos seus alunos suscitou uma reacção tripla. Em primeiro lugar, permitiu às formandas tomar consciência das ideias estereotipadas e da falta de conhecimentos dos seus alunos sobre os empreendimentos científico e tecnológico e a actividade e as características pessoais dos cientistas – algo que nunca haviam percebido. Em segundo lugar, despoletou o questionamento das suas próprias práticas e a reflexão sobre as eventuais causas da situação detectada. Nesta fase, várias participantes reconheceram algumas responsabilidades pessoais: a) raramente abordavam qualquer aspecto da natureza da ciência nas suas aulas, limitando-se à apresentação do conhecimento científico, sem qualquer referência ao contexto em que esse conhecimento é produzido; b) as actividades que propunham nas suas aulas não traduziam as suas concepções pessoais quanto ao carácter provisório e controverso do conhecimento científico, acabando por veicular uma ideia de ciência como corpo estático de conhecimentos definitivamente estabelecidos; e c) poucas vezes se preocupavam em discutir com os seus alunos as ideias estereotipadas sobre a ciência e os cientistas apresentadas pelos meios de comunicação social. Esta constatação impulsionou-as, de forma decisiva, para uma terceira fase: o desejo de mudança e de transformação das suas práticas. A insatisfação com determinados modelos didácticos constitui um requisito para qualquer alteração ao nível das concepções e das práticas (Davis, 2000; McRobbie e Tobin, 1995; Mellado, 2001).

A discussão posterior de dois estudos de caso, em que se confrontam as concepções (acerca da natureza, do ensino e da aprendizagem da ciência) e as práticas de sala de aula de dois professores e se descreve a forma como estes tentam ultrapassar as dificuldades inerentes à realização de determinadas estratégias e actividades sugeridas pelas orientações curriculares para o ensino da Biologia e da Geologia, estimulou ainda mais a reflexão, por parte das formandas, sobre: a) as coerências e incoerências entre as suas próprias concepções e

práticas; e b) as potencialidades e dificuldades inerentes à utilização das actividades de discussão de questões sócio-científicas, na abordagem de aspectos da natureza da ciência. Permitiu-lhes, também, tal como defende J. Shulman (1992): a) discutir o “porquê” e o “como” utilizar determinadas estratégias; b) desafiar as suas concepções acerca da utilização adequada dessas estratégias; e c) aumentar o repertório de estratégias que poderão utilizar nas suas aulas.

As reacções bastante positivas das formandas reforçam as opiniões de vários especialistas relativamente às potencialidades da análise e discussão de trabalhos dos alunos e de estudos de caso no desenvolvimento profissional dos professores. Conforme referem Hewson, Tabachnick, Zeichner e Lemberger (1999) e Loucks-Horsley, Hewson, Love e Stiles (1998), as informações obtidas através da análise do trabalho dos alunos podem funcionar como um catalizador da reflexão e da mudança do professor, decisivo no estabelecimento de orientações para a concepção de novas experiências de aprendizagem. Por sua vez, a discussão de casos permite que os professores repensem as suas concepções e, eventualmente, modifiquem as suas práticas de sala de aula (Barnett e Sather, 1992; Preskill e Jacobvitz, 2001; L. Shulman, 1992).

Posteriormente, para que a alteração das práticas pudesse vir a ocorrer tornava-se indispensável promover a construção do conhecimento didáctico necessário a essa mesma mudança. Ao longo das primeiras sessões da acção de formação, tornou-se evidente que alguns dos principais obstáculos à realização de actividades de discussão de questões sócio-científicas, indicados pelas próprias professoras, relacionavam-se com a ausência de conhecimento didáctico necessário à concepção, gestão e avaliação deste tipo de actividade. Para a superação deste obstáculo resultaram particularmente úteis duas estratégias de desenvolvimento profissional: a experiência directa das formandas com actividades de discussão de questões controversas organizadas segundo diversas metodologias e a construção de um conjunto de actividades destinadas às suas aulas, incorporando algumas dessas metodologias. A vivência das actividades permitiu que as professoras experimentassem e compreendessem, por si próprias, os processos envolvidos na aprendizagem através destas actividades e

metodologias (Borko e Putnam, 1996; Magnusson, Krajcik e Borko, 1999). A imersão neste tipo de experiência proporcionou aprendizagens em “primeira mão” sobre a gestão de actividades de discussão e promoveu a reflexão (e algum reposicionamento) das professoras acerca das suas concepções pessoais quanto à exequibilidade e às potencialidades de um ensino das ciências que explore a dimensão controversa do empreendimento científico.

Mais tarde, a concepção pelas participantes de conjuntos de actividades de discussão destinadas aos seus alunos facilitou a construção do conhecimento didáctico necessário ao seu planeamento. Ao longo de duas sessões presenciais (sexta e sétima) e de várias reuniões realizadas em cada uma das escolas envolvidas no estudo, cada grupo de professoras (em colaboração e discussão constantes com o formador/investigador) procedeu ao planeamento de actividades de discussão de questões sócio-científicas adaptadas ao contexto específico da sua actividade profissional. A dimensão formativa destas sessões foi evidente, tendo sido discutidas e ultrapassadas diversas dúvidas de ordem prática quanto: a) à constituição de grupos; b) à organização das tarefas atendendo à promoção da interdependência entre os elementos de cada grupo e à sua avaliação individual; e c) à elaboração de instrumentos de avaliação de diferentes competências ao nível do conhecimento (substantivo, processual e epistemológico), da comunicação, do raciocínio e das atitudes. No final, foram apresentados quatro trabalhos bastante interessantes sobre temáticas distintas: alterações do material genético e implicações sociais, políticas, económicas e éticas do seu diagnóstico (Amélia e Luísa); implicações sociais, políticas, económicas, ambientais e éticas de diferentes tipos de agricultura (Tânia e Vera); análise crítica de notícias de jornal sobre inovações na área da biotecnologia (Gabriela, Isolda e Júlia); e potencialidades e limitações da engenharia genética (Cristina, Isaura e Sónia).

O conjunto das estratégias utilizadas na oficina de formação procurou, ainda, contribuir para a superação de um outro obstáculo ao desenvolvimento profissional: a ausência de uma cultura de colaboração e de apoio entre os professores. O recurso constante ao trabalho em grupo reforçou os laços profissionais e de amizade entre algumas participantes, bem como as suas concepções quanto às

potencialidades do trabalho colaborativo como estratégia de superação de dificuldades. Algumas das parcerias estabelecidas durante a acção de formação mantiveram-se no ano seguinte (por exemplo, Amélia e Luísa continuaram a colaborar na construção de actividades para as suas turmas).

Independentemente das reacções favoráveis às estratégias já referidas, existem evidências menos positivas quanto ao impacto da oficina de formação na prática lectiva de cada um dos participantes. Na parte final da acção, pretendia-se que as professoras realizassem nas suas turmas, com o apoio do formador/investigador, as actividades de discussão que haviam construído. No entanto, apenas Cristina concretizou esse objectivo durante esse mesmo ano lectivo (e, por sinal, com êxito). As restantes participantes, apesar de reconhecerem a utilidade e o desejo dessa aplicação, acabaram por não concretizá-la. As justificações apresentadas relacionaram-se com a fase avançada do ano escolar: a) a indisponibilidade de tempo para a sua realização; b) a adequação das actividades a tópicos programáticos já abordados nos dois primeiros períodos; ou c) a fadiga inerente ao terceiro período.

Com o objectivo de ultrapassar estes obstáculos, e em virtude do interesse manifestado por várias professoras, o formador/investigador disponibilizou-se para apoiar a realização das actividades de discussão durante o ano lectivo seguinte (2002-2003). Contudo, apesar desta iniciativa, algumas professoras nunca realizaram actividades de discussão de questões sócio-científicas durante o ano que se seguiu. Júlia, por exemplo, manteve-se fiel àquele que considera ser o seu objectivo prioritário enquanto professora: preparar os alunos para provas de exame com grande incidência na memorização. Júlia, pouco interessada em abdicar do seu autoritarismo e preocupada, exclusivamente, com o sucesso dos seus alunos nos exames nacionais, continuou a privilegiar o desenvolvimento da capacidade de memorização (através de aulas expositivas seguidas da realização de conjuntos extensos de questões sobre os conteúdos abordados), ignorando qualquer actividade promotora de outras competências que não sejam avaliadas e classificadas nessas provas. Apesar de reconhecer a pertinência da realização de

actividades de discussão, não as considera prioritárias perante o tempo lectivo disponível.

Outras professoras sentiram outro tipo de dificuldades. Gabriela não conseguiu realizar as actividades construídas pelo facto de, mais uma vez, não lhe ter sido dada a oportunidade de continuar a leccionar as mesmas disciplinas do ano anterior. Logo, preocupou-se, fundamentalmente, com a aprendizagem do conteúdo científico das novas disciplinas. A concepção de novas actividades de discussão, adaptadas aos novos conteúdos, foi relegada para segundo plano, nunca chegando a concretizar-se. Sónia também não leccionou a disciplina de CTV (do 11º ano) no ano seguinte ao da realização da acção de formação e, conseqüentemente, não pode aplicar as actividades que havia planeado. Além disso, não preparou qualquer actividade de discussão de questões controversas para as disciplinas que lhe foram atribuídas nesse ano (10º ano de CTV e 12º ano de Geologia), em consequência do carácter bastante irrequieto e indisciplinado das suas turmas. Conforme já tinha ocorrido nas aulas observadas pelo investigador durante a primeira fase do estudo, as dificuldades evidenciadas por Sónia na gestão do comportamento dos seus alunos impediram-na de propor qualquer actividade de aprendizagem baseada no diálogo ou na discussão.

Assim sendo, constatou-se, conforme defendem vários autores, que as concepções e as práticas dos professores dificilmente sofrem alterações quando: a) estes se encontram satisfeitos com determinados modelos didácticos consolidados pela experiência; b) existe coerência entre os seus objectivos, concepções e prática docente; ou c) existem factores no sistema educativo, na escola e na sociedade que reforçam modelos tradicionais e obstaculizam a mudança didáctica (Davis, 2003; McRobbie e Tobin, 1995; Mellado, 2001, 2003). Torna-se evidente que os obstáculos sentidos por estas professoras acabaram por se sobrepor à intenção e ao desejo, manifestados por algumas delas, de realização de actividades de discussão de assuntos controversos nas suas aulas. No entanto, algumas participantes, apesar de confrontadas com obstáculos semelhantes, conseguiram superá-los de forma a incluírem actividades de discussão de questões científicas nas suas planificações.

Cristina, por exemplo, também não continuou a leccionar a disciplina de CTV do 11º ano. Contudo, animada pelo desejo constante de idealizar e experimentar novas actividades capazes de estimularem o reforço da literacia científica dos seus alunos, solicitou a colaboração do formador para observar criticamente mais uma actividade de discussão, desta vez sobre desenvolvimento sustentável, destinada à disciplina de CTV do 10º ano. Nessa actividade integrou diverso conhecimento didáctico construído durante a acção de formação, nomeadamente, sobre a gestão e a avaliação das tarefas de pesquisa, análise e discussão de informação realizadas pelos seus alunos. Tanto o trabalho dos alunos (nas várias fases da actividade) como o desempenho da professora (na gestão dessas mesmas fases, nomeadamente, da discussão) foram bastante produtivos e dinâmicos. Durante esse ano lectivo, em virtude de ter assumido a orientação de um núcleo de estágio de Biologia, Cristina discutiu, ainda, com os estagiários, algumas metodologias e actividades abordadas na oficina de formação. Em relação a Amélia, apesar de viver no momento uma fase bastante conturbada da sua vida pessoal, realizou as actividades planeadas no ano anterior com as suas duas turmas de CTV do 11º ano. Os resultados obtidos foram díspares: enquanto numa turma os alunos corresponderam com bastante motivação e dinamismo às tarefas propostas, tendo realizado trabalhos de pesquisa e discussões muito interessantes, na outra turma o comportamento inadequado dos alunos impediu a concretização de qualquer discussão minimamente produtiva. Contudo, Amélia não desanimou, tencionando continuar a desenvolver as suas competências na realização de actividades de discussão. São precisamente as turmas mais “complicadas” que revelam uma maior necessidade das competências cognitivas e sócio-afectivas que este tipo de actividade pode promover.

O impacto da oficina de formação na prática lectiva das participantes não envolvidas na primeira fase do estudo também foi bastante diversificado. Isaura reformou-se e, portanto, não leccionou no ano seguinte. Tânia não realizou actividades de discussão de questões sócio-científicas nas suas turmas de Técnicas Laboratoriais mas aplicou algumas das metodologias abordadas durante a acção, concretamente, na organização de trabalhos de grupo com os alunos dos 5º e 6º

anos do colégio onde acumula funções lectivas. Isolda e Luísa, preocupadas com o “cumprimento” do currículo do 12º ano, limitaram-se a promover discussões de curta duração (menos de um tempo lectivo), alargadas a toda a turma e sem qualquer componente de pesquisa ou de reflexão em pequeno grupo, sobre as implicações sociais, ambientais e éticas da engenharia genética. Vera foi a única a realizar um conjunto organizado de actividades (de reflexão individual e discussão em grupo) sobre aspectos da natureza da ciência. Influenciada e motivada pelos trabalhos discutidos durante a acção de formação, decidiu envolver os seus alunos de Técnicas Laboratoriais numa reflexão sobre a natureza da ciência e a actividade dos cientistas. Para tal, dinamizou uma discussão centrada em histórias de ficção científica (sobre o trabalho de um grupo de cientistas) redigidas pelos seus alunos, tendo solicitado a colaboração do formador/investigador tanto para a preparação como para a dinamização da sessão de discussão. Em conjunto, a professora e o investigador, procederam à análise das ideias sobre a ciência e os cientistas incluídas em cada uma das histórias e à preparação da sessão de discussão dessas mesmas ideias. Esta experiência revelou-se bastante interessante e culminou com discussões (em pequeno e em grande grupo) muito vivas e produtivas sobre: a) as interacções entre a ciência, a tecnologia e a sociedade; b) as características pessoais dos cientistas; c) a actividade dos cientistas (nomeadamente, as metodologias que utiliza); e d) as noções de hipótese, teoria e lei.

Concluindo, pode afirmar-se que a acção de formação permitiu constatar as potencialidades de várias estratégias utilizadas: a) na estimulação da reflexão sobre as concepções e as práticas de sala de aula das professoras participantes; b) na compreensão das potencialidades das actividades de discussão de questões sócio-científicas na abordagem de aspectos epistemológicos e processuais da ciência; e c) na construção de conhecimento didáctico necessário à utilização destas actividades no ensino das ciências naturais. Obtiveram-se, também, evidências de algum impacto nas práticas lectivas de determinadas professoras envolvidas. Contudo, conforme referem Fullan (1991) e Loucks-Horsley, Hewson, Love e Stiles (1998), as probabilidades de obtenção de impactos significativos através da utilização isolada de uma oficina são reduzidas, tornando-se necessário

combinar estas iniciativas com oportunidades de utilização das novas aprendizagens e de reflexão sobre as suas potencialidades e limitações, num ambiente seguro de apoio. Logo, o aspecto mais importante da acção de formação deverá ter sido a sua contribuição para a identificação e o estudo dos factores que dificultam a realização de actividades de discussão de questões sócio-científicas nas aulas de ciências.

CAPÍTULO 7

CONSIDERAÇÕES FINAIS, IMPLICAÇÕES EDUCATIVAS E PROJECTOS FUTUROS

O presente capítulo é constituído por três secções. Na primeira, apresentam-se as considerações finais do estudo, relativamente a três dimensões: concepções dos alunos; concepções e práticas dos professores; e desenvolvimento pessoal e profissional dos professores. Na segunda secção, discutem-se algumas implicações dos resultados obtidos para: a investigação sobre as concepções dos alunos acerca da natureza da ciência; o ensino das ciências (nos níveis Básico e Secundário); e a formação inicial e contínua de professores. Na terceira secção, sugerem-se algumas orientações futuras para a linha investigativa onde se integra o presente estudo.

7.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho de investigação baseou-se no pressuposto de que tanto o exercício da cidadania como a democraticidade da sociedade requerem a participação activa da população na avaliação das propostas de desenvolvimento científico e tecnológico e das suas eventuais implicações sociais, económicas, políticas, ambientais e éticas. De acordo com esta ideia, partilhada por diversos educadores em ciência (Désautels e Larochelle, 2003; Millar e Osborne, 1998; Queiroz, 1998), a educação científica assume um papel de relevo na promoção das competências necessárias ao envolvimento dos cidadãos em processos de discussão, avaliação, decisão e acção social, relativamente às questões sócio-científicas com as quais a sociedade actual é confrontada. Assim, compete à escola estimular o desenvolvimento de: a) conhecimentos substantivos, processuais

e epistemológicos sobre a ciência; b) capacidades de pensamento crítico, tomada de decisão, resolução de problemas e comunicação; c) atitudes e valores necessários à avaliação das dimensões ética e moral da ciência e da tecnologia; e d) vontade e confiança para se lidar com assuntos científicos. No final da escolaridade obrigatória, os alunos devem conhecer os fundamentos epistemológicos da ciência e ter consciência das múltiplas interações deste empreendimento com a tecnologia e o contexto sócio-cultural, de forma a conseguirem compreender a natureza e as dinâmicas das questões sócio-científicas em discussão. Contudo, conforme se constatou através deste estudo, este objectivo não é alcançado em muitas aulas de ciências. Entre os alunos participantes, foi notória a falta de conhecimentos processuais e epistemológicos sobre a ciência, bem como a existência de diversas ideias estereotipadas e deturpadas sobre as características e a actividade dos cientistas. Diversos factores parecem contribuir para esta situação, nomeadamente, as práticas de sala de aula utilizadas pelos seus professores e as imagens de ciência divulgadas pelos meios de comunicação social.

7.1.1 Concepções dos Alunos

A combinação dos diferentes métodos de recolha de dados (questionários, entrevistas e histórias de ficção científica) permitiu obter um quadro pormenorizado das concepções dos alunos envolvidos no estudo sobre a natureza, o ensino e a aprendizagem das ciências naturais. Constatou-se que os alunos participantes neste estudo possuem uma imagem positiva tanto da ciência como da tecnologia. Acreditam que as finalidades da ciência são, essencialmente, instrumentais e humanitárias (salvar a humanidade, encontrar cura para doenças, desenvolver maquinaria). Contudo, muitos manifestam-se apreensivos relativamente a eventuais consequências adversas das inovações científicas e tecnológicas, especialmente na área da genética, realçando a necessidade da sociedade proceder a uma reflexão profunda sobre as potencialidades e riscos dessas inovações.

As controvérsias sócio-científicas discutidas recentemente em Portugal – clonagem, tratamento de resíduos tóxicos, consumo de alimentos geneticamente modificados, entre outros – parecem ter exercido algum impacto sobre as concepções dos alunos acerca da ciência e das suas interacções com a tecnologia e a sociedade. Este impacto é particularmente forte no caso das controvérsias recentes, associadas aos avanços na área da genética e da biotecnologia. O conhecimento crescente do genoma humano e as técnicas de modificação de material genético desencadearam uma dualidade de sentimentos: esperança na eventual cura de doenças de origem genética e temor de uma hipotética manipulação abusiva do genoma humano por pessoas pouco escrupulosas e com objectivos pouco claros. De acordo com a opinião dos alunos, estas controvérsias resultam da complexidade dos avanços científicos e tecnológicos recentes, do desconhecimento da totalidade do seu impacto na sociedade, da disparidade de opiniões relativamente a eventuais efeitos colaterais negativos e da falta de informação da população sobre estas questões. Ao longo dos últimos tempos, as notícias apresentadas nos telejornais, os artigos em jornais e revistas populares, alguns programas informativos e debates televisivos sobre estas questões controversas terão contribuído para:

1. O reforço da ideia de que a ciência e a tecnologia representam, simultaneamente, uma fonte de progresso e de preocupação e que devem ser pautadas por princípios éticos e morais;
2. A construção de uma imagem da ciência e da tecnologia como empreendimentos influenciados por inúmeros factores humanos (hierarquizações de valores, conveniências pessoais, questões financeiras, pressões sociais, etc.) e marcados pela incerteza e pela controvérsia quanto aos seus efeitos;
3. A transição de um “raciocínio dualista” — segundo o qual existe sempre uma resposta certa ou errada para qualquer pergunta — para um “raciocínio relativista contextual” — que admite a validade de interpretações diferentes de uma mesma realidade; e

4. O reconhecimento da importância da participação dos cidadãos e do Estado no acompanhamento, na avaliação e no controlo do progresso científico e tecnológico e das suas implicações.

Enquanto que a maioria dos alunos reconhece a importância de informar os cidadãos sobre questões sócio-científicas de forma a permitir-lhes participar em processos decisórios que a todos dizem respeito ou a impedirem utilizações menos correctas de resultados de investigação, outros sentem-se impotentes relativamente às opções dos cientistas e à definição das linhas de investigação e, como tal, advogam um controlo da actividade científica exercido pelo Estado ou pelas pessoas mais habilitadas: os próprios cientistas.

As ideias acerca dos cientistas identificadas neste estudo também são maioritariamente positivas. Geralmente, os alunos descrevem os cientistas como pessoas dedicadas à evolução do conhecimento e à melhoria das condições de vida da humanidade. No entanto, também são relativamente frequentes as referências a motivações consideradas menos lícitas (por exemplo, a ganância e o desejo de fama a qualquer custo) e a utilizações pouco éticas do conhecimento científico e tecnológico despoletadoras de catástrofes humanas ou ambientais.

Muitas das ideias apresentadas pelos alunos denotam influências nítidas de concepções erróneas (nomeadamente, sobre a clonagem humana), de cenários catastróficos e de estereótipos (o cientista louco; o cientista como herói e salvador da sociedade; o cientista perigoso e pouco escrupuloso que trabalha, isolado e imerso no seu laboratório, em projectos secretos e controversos; o cientista como aventureiro que transcende as fronteiras do espaço e do tempo; e o cientista incapaz de controlar o resultado do seu trabalho) divulgados por filmes, programas de televisão e livros, evidenciando algumas limitações dos meios de comunicação social no seu objectivo de divulgação de temas científicos e tecnológicos a uma grande audiência. Muitos dos programas exibidos na televisão (filmes, telenovelas – por exemplo, *O Clone*) não têm promovido uma discussão de grande qualidade sobre o empreendimento científico, centrando-se principalmente nos efeitos negativos desencadeados por inovações tecnológicas e acabando por veicular

imagens negativas acerca dos cientistas e do seu trabalho (Massarani e Moreira, 2002). Neste estudo, torna-se evidente que os alunos têm dificuldade em distinguir a ficção da realidade, construindo ideias erradas acerca das potencialidades e das limitações da ciência.

As influências dos *media*, sobre as concepções dos alunos detectadas neste estudo, realçam a necessidade de criação de espaços de discussão crítica, em contexto de sala de aula, das imagens veiculadas pelos meios de comunicação social sobre a ciência e a tecnologia. A análise e discussão de notícias, filmes ou histórias de ficção científica, redigidas pelos alunos, poderão revelar-se bastante úteis na construção de uma imagem mais real dos empreendimentos científico e tecnológico e das suas interacções com o contexto sócio-cultural.

Ao longo do estudo constatou-se que as concepções dos alunos participantes acerca da actividade científica são, frequentemente, pouco claras e superficiais. Em diversas situações, ficou a impressão de nunca terem reflectido sobre este assunto. A maioria dos alunos evidencia uma concepção utilitária da ciência, identificando-a mais com a produção de artefactos destinados a resolver problemas da humanidade do que com a obtenção de explicações. Apesar de associarem a actividade científica à “descoberta” de factos acerca do mundo, à “pesquisa” e à “experimentação”, manifestam grande dificuldade em explicar as metodologias envolvidas nesses processos. Poucos alunos apresentam uma ideia bastante elaborada da ciência que congregue: a) uma variedade de actividades como, por exemplo, pesquisa bibliográfica, observação, experimentação, intercâmbio e discussão de ideias; b) fracassos e sucessos; c) diversos agentes, nomeadamente, cientistas de várias nacionalidades e áreas disciplinares; e d) uma determinada realidade sócio-cultural que influencia e é influenciada pela actividade científica.

Alguns alunos parecem entender a ciência como uma descoberta de factos através da observação directa e atenta de fenómenos naturais. Outros, revelam uma concepção experimental-indutiva do empreendimento científico, restringindo-o a um processo faseado e algorítmico envolvendo (a) observação dos fenómenos,

(b) formulação de hipóteses explicativas e (c) a sua testagem laboratorial tendo em vista a obtenção de conclusões. Esta última ideia é previsível pois, durante a escolaridade, os alunos são encorajados a associar a ciência à experimentação: tanto nas aulas de CTV como nas de Técnicas Laboratoriais, a maioria das actividades práticas realizadas são designadas “experiências”, mesmo quando correspondem apenas a procedimentos técnicos, explorações ou actividades, e aquela estrutura faseada é proposta para a realização de actividades laboratoriais e dos respectivos relatórios. Diversos alunos, apesar de serem capazes de referir exemplos de teorias (por exemplo, Teoria da Evolução, Teoria Celular), desconhecem o significado deste conceito ou descrevem-no como uma “verdade universalmente aceite”. A evidente falta de conhecimentos acerca do empreendimento científico, nomeadamente dos contextos e dos processos de produção e de validação da ciência, indicia uma educação centrada essencialmente nos produtos científicos, que remete para um plano insignificante qualquer tipo de reflexão sobre a natureza ou os processos da ciência. A ausência de reflexão acerca destes aspectos torna-se particularmente evidente nos alunos que somente durante a entrevista se apercebem da incompatibilidade de algumas das suas ideias sobre ciência, nomeadamente, a noção de teoria como “verdade estabelecida” e o carácter provisório do conhecimento científico.

O presente estudo também permitiu identificar algumas concepções dos alunos participantes sobre o ensino e a aprendizagem das ciências naturais, nomeadamente das Ciências da Terra e da Vida. A grande maioria encara as disciplinas desta área curricular como um meio de aprender conhecimentos (nem sempre relevantes ou interessantes) sobre o Universo, o planeta Terra e os seres vivos, nomeadamente o ser humano. Na sua opinião, alguns destes conhecimentos podem revelar-se úteis na compreensão do mundo e da sociedade, bem como no planeamento de uma vida saudável. Geralmente, não é feita qualquer referência à eventual utilidade destas disciplinas no desenvolvimento de capacidades sócio-cognitivas ou de outro tipo. Tanto nos questionários como nas entrevistas depreende-se uma concepção: a) dos conteúdos como fins de ensino e não como meios necessários, por exemplo, à promoção do pensamento; e b) dos currículos de

ciências naturais como listagens de conhecimentos verdadeiros e definitivos, descobertos pelos cientistas. Consequentemente, as expectativas dos alunos relativamente aos seus professores de ciências naturais centram-se, essencialmente, nas capacidades destes últimos explicarem esses conteúdos e motivarem os alunos para a sua aprendizagem.

Da análise do conjunto das afirmações dos alunos, depreende-se que a maioria das suas aulas de ciências naturais se restringe à repetição do mesmo padrão de actividades: “o sumário”, “ler o livro”, “ouvir o professor” e “fazer exercícios”. Assim, não surpreende que os alunos prefiram os temas abordados em detrimento das actividades realizadas e valorizem as actividades práticas (nomeadamente, laboratoriais e de discussão) que quebram esse padrão cansativo e monótono, centrado na transmissão de conteúdos. A opinião dos alunos, relativamente à discussão de questões sócio-científicas nas aulas de ciências, é bastante favorável. Acreditam que a discussão de assuntos controversos, além de socialmente relevante, encerra potencialidades diversas, nomeadamente: a) na obtenção de informação e no esclarecimento de dúvidas sobre temáticas actuais apresentadas pelos meios de comunicação social; b) na reformulação de opiniões sobre essas questões; c) na aprendizagem de tópicos programáticos relacionados com os assuntos em discussão; d) no desenvolvimento de capacidades de pensamento e de argumentação; e e) na compreensão da relevância dos conceitos aprendidos nas aulas de ciências para a interpretação de situações e a resolução de problemas da vida dos cidadãos.

Contudo, este tipo de actividade está longe de ser uma realidade em muitas aulas de ciências. Conforme se constatou neste estudo, a grande maioria dos alunos inquiridos nunca abordou ou discutiu qualquer questão sócio-científica nas suas aulas e, consequentemente, identifica os meios de comunicação (principalmente a televisão) como a principal fonte de informação sobre este tipo de assuntos. No entanto, o teor pouco esclarecedor das informações disponibilizadas pelos *media* motiva vários alunos a apelarem a um maior envolvimento das disciplinas de ciências naturais na discussão das complexas questões controversas actuais como, por exemplo, as que se relacionam com os novos avanços na área da

genética. Por vezes, estes apelos são acompanhados de algumas advertências: de acordo com alguns alunos, a utilização de assuntos controversos não assegura, por si só, o interesse e o envolvimento dos próprios alunos, devendo ser acompanhada de materiais e estratégias que suscitem o confronto de opiniões. Na sua opinião, os programas televisivos sobre questões sócio-científicas podem ser muito mais eficazes na estimulação da discussão na sala de aula do que os conjuntos de textos retirados de revistas ou de jornais.

7.1.2 Concepções e Práticas dos Professores

Esta investigação também permitiu estudar as concepções das professoras participantes sobre a natureza, o ensino e a aprendizagem das ciências naturais, bem como a coerência entre essas concepções e as suas práticas de sala de aula. O conjunto das professoras reconhece a ciência como um empreendimento dinâmico, em constante evolução (conduzindo ao crescimento exponencial do conhecimento), que estabelece interações múltiplas com a tecnologia e a sociedade, nomeadamente, determinando a evolução da tecnologia e afectando a qualidade de vida dos cidadãos. Acreditam que os conhecimentos científicos possuem um carácter provisório, podendo sofrer alterações em virtude da “descoberta” e da discussão de novos dados. Também são unânimes no reconhecimento da tecnologia como aplicação da ciência, descrevendo-a como um conjunto de instrumentos, aparelhos e técnicas concebidos graças à ciência e destinados a servir o ser humano e a contribuir para o aprofundamento do conhecimento científico.

Constata-se que a totalidade das professoras possui uma imagem bastante positiva da ciência e da tecnologia devida, fundamentalmente, ao seu papel como motores de progresso e desenvolvimento social. É evidente o seu deslumbramento por diversas inovações científicas e tecnológicas, especialmente pelos avanços no conhecimento e nas técnicas de manipulação do genoma dos seres vivos. No entanto, a maioria receia utilizações menos lícitas destes empreendimentos, motivadas por valores e interesses de indivíduos ou grupos específicos.

Consequentemente, defendem o acompanhamento e o controlo da investigação por comissões de ética (pluridisciplinares, especializadas e de elevado nível científico e moral) e pelos cidadãos em geral. Apenas uma professora parece confiar numa investigação científica e tecnológica sem restrições, controlada exclusivamente pelos cientistas. A maioria das professoras recusa, peremptoriamente, o mito da pretensa objectividade e neutralidade da ciência, admitindo a influência de condicionalismos pessoais, sociais, institucionais, ambientais, económicos e políticos na actividade dos cientistas. Na sua opinião, a polémica em torno de várias questões científicas e tecnológicas actuais resulta, essencialmente, da diversidade de valores e interesses da sociedade, em geral, e da comunidade científica, em particular. Contudo, em algumas professoras, ainda se detectam resquícios da noção de que o “bom cientista” deve tentar manter-se imune a essas “influências perniciosas”.

Ao longo deste estudo, verificou-se que o grau de consistência entre as ideias destas professoras acerca do empreendimento científico (nomeadamente sobre o seu carácter provisório, dinâmico e controverso e as suas interacções com a tecnologia e a sociedade) e a sua prática de sala de aula variou consideravelmente. A título de exemplo podem referir-se dois casos extremos:

Num dos pólos encontra-se uma professora que, apesar de reconhecer a dimensão controversa de algumas questões científicas e tecnológicas, continua a veicular, através das suas práticas, uma imagem de ciência como empreendimento objectivo, desinteressado, meramente racional e desprovido de dúvida e de controvérsia. Determinada a cobrir de forma exaustiva os conteúdos programáticos e a auxiliar os seus alunos na obtenção de boas classificações nos exames, não se envolve nem se preocupa com aspectos processuais ou epistemológicos da ciência. Toda a sua prática lectiva acaba por reflectir uma imagem de ciência como um conjunto de factos, termos, conceitos e teorias que compete aos cientistas produzir, aos professores “transmitir” e aos alunos memorizar de forma passiva e acrítica. Desta forma, restringe o papel dos cidadãos à mera “absorção” de ciência e remete a tomada de decisões sobre questões científicas e tecnológicas para os cientistas: os “iniciados” na linguagem hermética e na actividade “transcendente” da ciência.

No outro pólo, encontra-se outra professora cujas concepções, acerca da ciência, orientam fortemente as suas práticas de sala de aula, apresentando a actividade científica como um empreendimento humano, complexo e dinâmico, envolvendo questões de valor e, conseqüentemente, controvérsia. Esta professora acredita que as questões sócio-científicas não se restringem a discussões técnicas, envolvendo outros aspectos (hierarquias de valores, conveniências pessoais, questões financeiras, pressões sociais, etc.) que motivam a divergência de opiniões entre especialistas. Conseqüentemente, reconhece a importância do envolvimento dos cidadãos na avaliação das potencialidades e limitações dos avanços científicos e tecnológicos e, portanto, procura preparar os seus alunos para essa tarefa. Para tal, recorre, frequentemente, a questões sócio-científicas actuais como pontos de partida para actividades de pesquisa, discussão e tomada de decisão acerca das potencialidades e limites do conhecimento científico e tecnológico. Sem deixar de abordar a totalidade dos tópicos programáticos, as práticas desta professora centram-se no desenvolvimento de capacidades e de conhecimentos relevantes para a vida.

Estes dois casos revelam, fundamentalmente, concepções distintas acerca do currículo. Num dos casos, emerge um conceito de currículo como programa ou normativo (ou seja, um conjunto de conteúdos e sugestões metodológicas a cumprir de forma exaustiva e sequencial), com as consequências inerentes (excesso de conteúdos, falta de tempo, necessidade de preparação para exames, orientação do ensino pelo manual escolar, entre outras). No outro caso, evidencia-se uma concepção de currículo gerador de competências, que enfatiza as possibilidades dos professores gerirem os conteúdos e seleccionarem as experiências educativas de acordo com as características específicas dos alunos e dos contextos distintos onde trabalham. De acordo com esta última concepção, o professor assume-se como construtor de currículo (e não como mero consumidor/executor), mais preocupado com a forma de promover competências específicas, consideradas relevantes, do que com a extensão e os conteúdos curriculares (Conselho Nacional de Educação, 2000; Roldão, 1995, 1998, 1999).

Tanto nos dois casos evidenciados como nos restantes estudados nesta investigação, constata-se que a prática de sala de aula parece ser influenciada, essencialmente, pelas concepções das professoras acerca do currículo, do ensino e da aprendizagem das ciências, bem como pelos objectivos educacionais por elas próprias definidos. Por exemplo, no primeiro caso atrás salientado, as acções são dominadas: a) por um conceito de currículo limitado à mera execução (acrítica) de directrizes; b) por uma concepção de aprendizagem das ciências limitada à “absorção” passiva de conteúdos, adquirida ao longo de muitos anos de escolaridade e actividade docente; e c) pelo objectivo educacional de auxiliar os alunos a obter classificações elevadas em testes e exames fortemente centrados na memorização. Relativamente às restantes professoras, as suas práticas são influenciadas (em diferentes graus): a) por uma relação com o currículo que admite alguns níveis de decisão na sua adequação às necessidades da sociedade e dos contextos específicos onde trabalham; e b) por uma concepção de educação científica centrada tanto na construção de conhecimentos como na promoção de capacidades e atitudes (necessárias à autonomia intelectual dos cidadãos e ao exercício da cidadania), mediante o envolvimento activo dos alunos num leque diversificado de actividades. No entanto, o grau de consistência entre estas concepções e a prática de sala de aula foi afectado por diversos factores:

1. A capacidade das professoras em gerirem o currículo de acordo com as aprendizagens que pretendem desenvolver, o tempo disponível e as características específicas dos seus alunos;
2. O nível de conhecimento didáctico das professoras relativamente: a) às finalidades e objectivos do ensino e da aprendizagem da disciplina de CTV e das ciências naturais, em geral; b) às potencialidades de algumas estratégias, actividades e materiais curriculares; e c) à concepção e gestão das estratégias e actividades mais adequadas à concretização das finalidades e dos objectivos definidos em turmas com níveis reduzidos de motivação relativamente à disciplina de CTV;
3. A capacidade das professoras em gerirem situações de indisciplina.

Verifica-se, por exemplo, que as opiniões bastante favoráveis das professoras relativamente à realização de actividades de discussão de questões sócio-científicas nas aulas de ciências também acabam por ter um impacto modesto nas práticas de sala de aula. Todas as professoras reconhecem o potencial educativo destas actividades, nomeadamente: a) no desenvolvimento de capacidades e na construção de conhecimentos relevantes para a vida e indispensáveis à compreensão e à avaliação pública das questões sócio-científicas; b) na estimulação da curiosidade e do interesse dos alunos nas tarefas escolares; c) no estabelecimento de conexões entre a ciência abordada na escola e a ciência divulgada pelos meios de comunicação social; d) na veiculação de uma noção de ciência como empreendimento humano, influenciado por valores e interesses, que envolve investigação, análise, partilha e discussão de ideias e opiniões frequentemente controversas. Contudo, ao longo deste estudo, observou-se que este tipo de actividade está longe de ser uma prática comum nas suas aulas. Diversos factores (inerentes ao próprio processo de discussão, aos professores, aos alunos e ao sistema educativo) dificultam a sua concretização:

1. A grande quantidade de termos, conceitos, factos e teorias incluídos no currículo de Ciências da Terra e da Vida do 11º ano que dificulta a criação dos tempos indispensáveis à concretização deste tipo de actividades;
2. A inexistência de referências explícitas ou de sugestões de abordagem relativamente à discussão de assuntos controversos nos currículos de CTV, associada à dificuldade evidenciada por algumas professoras na identificação de tópicos que se adequem ou permitam a realização de actividades de discussão;
3. A indisponibilidade de uma das professoras em abdicar de comportamentos autoritários, inconciliáveis com a postura liberal necessária a uma actividade de discussão;
4. A falta de materiais de ensino com sugestões de actividades adequadas às diferentes disciplinas de ciências naturais;

5. O tipo de exame nacional proposto, com grande ênfase na memorização e fraca incidência em aspectos de natureza processual ou epistemológica da ciência, induzindo práticas de sala de aula pouco centradas na análise crítica e na discussão (nomeadamente, da natureza e da dinâmica do empreendimento científico);
6. O facto das actividades de discussão de questões sócio-científicas serem, por vezes, encaradas como meras “conversas informais extra-programa”;
7. A reduzida experiência dos alunos na discussão em sala de aula e a consequente falta de competências para a realização desse tipo de actividade;
8. A falta de conhecimento didáctico evidenciado por algumas professoras relativamente à concepção e gestão de actividades de discussão, em geral, e de temas controversos, em particular; e
9. A insuficiência de conhecimentos específicos por parte das professoras sobre: a) as complexidades técnicas inerentes aos temas sócio-científicos; e b) os aspectos processuais e epistemológicos da ciência.

No entanto, o nível de constrangimento imposto por estes factores varia entre as professoras. Em determinados casos, as fortes convicções pessoais (relativamente à importância de uma abordagem explícita de aspectos processuais e epistemológicos da ciência), associadas à robustez do conhecimento de conteúdo disciplinar e do conhecimento didáctico sobre os alunos, as finalidades do ensino das ciências e as estratégias mais adequadas à sua concretização, permitem ultrapassar estes obstáculos. Esta situação é particularmente notória no caso de Cristina: as suas convicções e o seu conhecimento profissional conferem-lhe uma capacidade notável de interpretar o currículo de forma a abordar os temas e a realizar as actividades que considera importantes e relevantes. A capacidade de flexibilizar o currículo de acordo com os objectivos de aprendizagem desejados e as particularidades dos contextos de trabalho, assume-se como um factor decisivo na realização de actividades de discussão de questões sócio-científicas.

Conforme refere Lederman (1992), não basta que os professores possuam uma visão filosófica e sociologicamente mais rica e reflexiva sobre a ciência e o trabalho do cientista, pois a coerência entre estas concepções e a prática de sala de aula é mediada por um conjunto diversificado e complexo de factores. Todos estes factores exigem uma atenção particular quando se pretende que a ciência seja retratada nas escolas de uma forma mais autêntica, reconhecendo as suas contribuições e as suas limitações e apresentando-a como um empreendimento humano. Unicamente através da sua compreensão e da definição de estratégias para ultrapassar esses factores será possível acalantar a esperança de uma educação científica mais real, humana e socialmente relevante.

7.1.3 Desenvolvimento Pessoal e Profissional dos Professores

O presente estudo permitiu não só identificar diversos obstáculos à realização de actividades de discussão de questões sócio-científicas nas aulas de ciências mas também estudar estratégias de desenvolvimento pessoal e profissional que poderão contribuir para a ultrapassagem de alguns deles. Durante a segunda fase da investigação (oficina de formação), obtiveram-se evidências de que a concretização das actividades de discussão de assuntos controversos depende decisivamente: a) da convicção dos professores relativamente à relevância educativa destas actividades; b) da vontade de realizá-las nas suas aulas, ou seja, de modificarem as suas práticas; c) do conhecimento didáctico necessário à sua concepção, gestão e avaliação; e d) da existência de materiais de ensino adequados com sugestões de actividades. Consequentemente, os resultados obtidos sugerem a importância das iniciativas de formação inicial ou contínua de professores sobre esta temática incidirem nestes aspectos.

A oficina de formação identificou, ainda, algumas estratégias particularmente úteis a este tipo de iniciativa: a) a análise e discussão de trabalhos dos alunos dos próprios formandos; b) a discussão de estudos de caso; c) a participação das professoras em actividades de discussão de questões controversas; d) a construção

de actividades destinadas às disciplinas que leccionam; e) a realização dessas actividades com os seus alunos.

A análise e discussão de trabalhos dos alunos e de estudos de caso resultaram bastante eficazes na estimulação da reflexão e do desejo de mudança entre as professoras. Conforme já foi referido neste capítulo, a análise e discussão das histórias de ficção científica e das respostas aos questionários redigidas pelos seus próprios alunos permitiu-lhes tomar consciência de uma realidade desconhecida e das suas responsabilidades pessoais por essa mesma situação. Esta constatação desencadeou a insatisfação com as suas práticas de sala de aula e o consequente desejo de as modificar. A discussão posterior de estudos de caso, confrontando as concepções e as práticas de sala de aula de dois professores e descrevendo a forma como estes tentam ultrapassar as dificuldades inerentes à realização de determinadas estratégias sugeridas pelas orientações curriculares para o ensino da Biologia e da Geologia, reforçou ainda mais a reflexão, por parte das professoras, sobre as coerências e incoerências entre as suas próprias concepções e práticas e as potencialidades e dificuldades inerentes à utilização de actividades de discussão de questões sócio-científicas na construção de uma imagem mais real da ciência.

A participação das professoras em actividades de discussão de questões controversas (organizadas segundo diversas metodologias) e a construção de um conjunto de actividades desse tipo, destinadas às suas aulas, facilitaram a construção do conhecimento didáctico necessário à sua concepção, organização e avaliação. A vivência destas actividades e metodologias proporcionou um contacto directo com as suas particularidades e potencialidades e promoveu alguma mudança de concepções quanto à sua exequibilidade em contexto de sala de aula. A concepção de actividades de discussão permitiu a superação de diversas dúvidas e a consequente construção de conhecimento didáctico sobre a constituição de grupos, a organização de tarefas (tendo em vista a promoção da interdependência entre os elementos de cada grupo e a sua avaliação individual) e a elaboração de instrumentos de avaliação de diferentes competências.

A realização de actividades de discussão em contexto de sala de aula, com o apoio do formador/investigador, permitiu, às professoras envolvidas nesta fase da acção, reflectir criticamente sobre o seu desempenho e promover tanto o conhecimento didáctico como a confiança necessários à superação das dificuldades com que se foram confrontando.

A utilização combinada deste conjunto de estratégias apresenta potencialidades no desenvolvimento pessoal e profissional (inicial e contínuo) dos professores para um ensino das ciências que recorra à discussão de questões sócio-científicas actuais com o objectivo de proporcionar aos alunos: a) conhecimentos científicos sobre as questões em causa; b) conhecimentos metacientíficos sobre a natureza, os processos, as potencialidades e os limites da ciência; c) capacidades de pensamento crítico, tomada de decisões e resolução de problemas; d) atitudes e valores úteis à avaliação das dimensões ética e moral da ciência e da tecnologia; e e) vontade e confiança para lidarem com assuntos científicos do seu interesse.

Apesar de temporalmente limitada, a oficina de formação teve repercussões nas práticas lectivas de várias professoras participantes, permitindo-lhes superar algumas dificuldades na realização de actividades de discussão de questões controversas nas suas aulas. Contudo, diversas professoras, apesar de reconhecerem a dimensão formativa da oficina de formação, de acreditarem na relevância educativa destas actividades e de manifestarem a intenção e o desejo de realizarem este tipo de actividades nas suas aulas, mantiveram-se subjugadas por vários obstáculos: a) a inexistência de materiais de ensino com actividades adequadas aos diferentes níveis de escolaridade e disciplinas de ciências naturais; b) a dificuldade de flexibilidade na gestão de currículos de forma a disponibilizarem um espaço e um tempo para a realização das actividades de discussão; c) o facto de leccionarem disciplinas diferentes em cada ano lectivo; d) a prioridade atribuída à promoção das competências (bastante restritas) avaliadas pelos exames nacionais; e e) dificuldades na gestão de situações de indisciplina na sala de aula e no planeamento de actividades destinadas a alunos com pouca experiência de discussão em contexto de sala de aula e níveis reduzidos de motivação

relativamente às tarefas escolares. Conforme referem vários autores (Fullan, 1991; Loucks-Horsley, Hewson, Love e Stiles, 1998), os impactos de uma acção de formação isolada (e temporalmente restrita) dificilmente poderão ser muito significativos, tornando-se necessário prolongar as oportunidades de utilização das novas aprendizagens e de reflexão sobre as suas potencialidades e limitações, em contexto de sala de aula (e num ambiente seguro de apoio). Logo, a dimensão mais relevante da oficina de formação deverá ter sido a sua contribuição para o estudo dos factores que influenciam (positiva e negativamente) a realização de actividades de discussão de questões sócio-científicas nas aulas de ciências.

7.2 IMPLICAÇÕES

7.2.1 Implicações para a Investigação sobre as Concepções dos Alunos acerca da Natureza da Ciência

Durante os últimos 50 anos, foram realizados diversos estudos sobre as concepções dos alunos acerca da natureza da ciência (Lederman, 1992). Muitas destas investigações basearam-se na utilização isolada de determinados instrumentos de recolha de dados (questionários, entrevistas ou desenhos de cientistas elaborados pelos alunos), cada um dos quais com vantagens e desvantagens na detecção das concepções dos alunos acerca da ciência. Os trabalhos mais recentes têm optado pela utilização combinada de diversos métodos com o objectivo de aumentarem o rigor e a profundidade da investigação.

O presente estudo permitiu constatar as potencialidades da articulação de diferentes instrumentos de recolha de dados na construção de um quadro, rico e aprofundado, das concepções dos alunos acerca do empreendimento científico e das características dos cientistas. A combinação do questionário Q1 e das histórias de ficção científica proporcionou um conjunto extremamente diversificado de evidências, posteriormente aprofundado e clarificado através da realização das entrevistas. As histórias de ficção científica redigidas pelos alunos representaram

uma fonte de informação particularmente interessante, repleta de indícios relativos às concepções dos alunos e às suas possíveis origens. A discussão dos vários pormenores e indícios, incluídos em cada história, permitiu um diagnóstico muito mais rico e matizado das concepções do seu autor, do que o proporcionado por questionários ou desenhos de cientistas. Foi especialmente significativa a riqueza da informação relativamente às concepções sobre as características dos cientistas (cognitivas, sócio-afectivas, morais e éticas), a actividade científica (objectivos; locais onde decorre; metodologias e instrumentos utilizados; relações entre cientistas) e as interações entre ciência, tecnologia e sociedade (impacto social da ciência e da tecnologia; controlo da investigação pela sociedade; relações entre ciência e tecnologia; receio de eventuais efeitos secundários indesejados decorrentes da inovação científica e tecnológica; entre outros aspectos). Esta metodologia facilitou, também, o acesso a vários outros aspectos inerentes aos alunos como, por exemplo, sentimentos, valores e representações sociais (nomeadamente, acerca do papel social da mulher ou do poder relativo das nações). Outra característica positiva deste método, detectada durante a investigação, foi o interesse suscitado pelo elemento de ficção. Diversos alunos manifestaram uma grande satisfação pelo facto de lhes ser solicitada a redacção de uma história de ficção científica; algo que dificilmente aconteceria com a aplicação de um questionário ou a realização isolada de uma entrevista.

Atendendo a todos estes aspectos, a utilização combinada de histórias de ficção científica (sobre a actividade dos cientistas) e de entrevistas emerge como uma metodologia com potencialidades consideráveis na investigação das concepções dos alunos acerca do empreendimento científico.

7.2.2 Implicações para o Ensino das Ciências nos Níveis Básico e Secundário

O conjunto de resultados obtidos nesta investigação sugere um conjunto de implicações educativas no sentido de uma intervenção mais activa do ensino das ciências, nos níveis Básico e Secundário: a) na discussão crítica das ideias

veiculadas pelos *media* acerca da ciência e da tecnologia; e b) na abordagem explícita de aspectos processuais e epistemológicos da ciência.

As influências dos *media*, sobre as concepções dos alunos detectadas neste estudo, realçam a necessidade de criação de espaços de discussão crítica, em contexto de sala de aula, das imagens veiculadas pelos meios de comunicação social sobre a ciência e a tecnologia. A análise e discussão de notícias, filmes ou histórias de ficção científica, redigidas pelos alunos, poderão revelar-se bastante úteis na construção de uma imagem mais real dos empreendimentos científico e tecnológico e das suas interacções com o contexto sócio-cultural. As concepções diagnosticadas neste estudo proporcionam aos professores indicações precisas sobre alguns estereótipos e conceitos incorrectos merecedores de atenção especial nestas actividades de discussão.

Actualmente, os meios de comunicação desempenham um papel central na vida dos alunos, constituindo a principal actividade de lazer e influenciando a forma como estes percebem e compreendem a realidade. As imagens dos *media* influenciam a sua visão do mundo e os seus valores, opiniões, preocupações, sentimentos e comportamentos. Assim, torna-se particularmente oportuno que os professores se assumam como mediadores entre os *media* e a educação: a) aproveitando as potencialidades dos *media* (nomeadamente, no acesso a conhecimento científico e tecnológico socialmente contextualizado e na promoção da reflexão sobre as interacções entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente); e b) evitando ou minimizando eventuais efeitos adversos resultantes da veiculação de imagens estereotipadas e/ou deturpadas (acerca da ciência, da tecnologia e da actividade, características e motivações dos cientistas). Contudo, essa mediação só será possível quando os professores possuírem e desenvolverem nos seus alunos as competências facilitadoras de uma relação crítica com as propostas mediáticas às quais são expostos, ou seja, da passagem de espectadores passivos para espectadores críticos. A literacia audiovisual assume-se, cada vez mais, como um aspecto importante da literacia científica.

Os meios de comunicação não devem ser entendidos como uma ameaça ou um estorvo à educação científica, mas sim como um complemento importante. O conhecimento disponibilizado pelos *media* (desestruturado, socialmente contextualizado e envolvendo tanto raciocínios como sensações e emoções) poderá complementar o conhecimento disponibilizado na maioria das aulas de ciências (estruturado, classificado por disciplinas, meramente racional e socialmente descontextualizado). Os meios de comunicação devem ser encarados como veículos fundamentais de acesso ao conhecimento e como catalizadores de reflexão sobre as múltiplas facetas do mundo em que vivemos e do desenvolvimento de competências de pensamento crítico. Cabe aos professores auxiliarem os seus alunos a aproveitarem as potencialidades dos meios de comunicação social e a desenvolverem as competências necessárias à selecção, articulação e aplicação da informação (de acordo com os seus objectivos pessoais) e à análise crítica das mensagens subjacentes a essa mesma informação.

O teor limitado de algumas concepções e a falta de conhecimentos sobre os processos e a epistemologia da ciência, evidenciados pelos alunos, salientam a necessidade de se dedicar uma atenção explícita, nas aulas de ciências, à natureza do empreendimento científico. Tal como a aprendizagem de uma linguagem requer o desenvolvimento de conhecimentos sobre a forma, gramática e vocabulário, também a educação científica requer conhecimentos sobre os grandes temas da ciência, alguns dos seus conteúdos, os seus agentes, os seus métodos e os seus usos e abusos (Osborne, 2000). Logo, o desenvolvimento da literacia científica passa, necessariamente, por um ensino das ciências menos factual e fragmentado – que não isole a ciência, a tecnologia e os contextos sócio-culturais da sua produção – onde se possa discutir criticamente a produção da ciência contemporânea com os seus diferentes aspectos processuais e questões políticas, económicas, sociais, ambientais e éticas que suscita. Torna-se necessária uma educação científica que os alunos considerem actual e relevante e que minimize o fosso entre a “ciência da escola” – metodologicamente restrita, marcada por certezas, meramente racional e pretensamente objectiva – e a “ciência dos noticiários e do dia-a-dia” –

metodologicamente diversificada, de carácter incerto e controverso, tanto racional como emocional, envolvendo conflitos de opinião, interesses e valores.

Numa época em que a pseudociência tende a ocupar grandes espaços dos meios de comunicação social, confundindo audiências e sobrepondo-se, muitas vezes, à escola, as histórias escritas pelos alunos podem desempenhar um papel importante na detecção e discussão de concepções acerca da ciência e da tecnologia. A partilha e a discussão conjunta destas histórias – em contexto de sala de aula – poderão ser bastante úteis a uma análise crítica relativamente: a) às concepções dos alunos acerca do empreendimento científico; e b) ao papel desempenhado pelos meios de comunicação social na veiculação de imagens estereotipadas sobre esta temática. Conforme referem Roth e Lee (2002), não se trata de doutrinar os alunos numa visão particular do mundo de forma a não questionarem os pressupostos em que se baseia a ciência. Trata-se, sim, de envolvê-los no questionamento reflexivo do papel desempenhado pela ciência e pelos cientistas em situações concretas que eles considerem pessoal e socialmente relevantes. Estas histórias poderão representar um elemento importante num ensino que não se restrinja aos aspectos factuais e que inclua os aspectos sociais da ciência associados a temas que os alunos consideram actuais e relevantes. Para além disso, a discussão dos temas destas histórias – frequentemente temas sócio-científicos controversos – revela potencialidades na estimulação da interacção social e na promoção das capacidades cognitivas, sociais e afectivas dos alunos (Reis, 1997, 1999; Rudduck, 1986; Zeidler, 2003).

7.2.3 Implicações para a Formação Inicial e Contínua de Professores

O conjunto de concepções dos alunos, diagnosticadas através deste estudo, resulta particularmente relevante para o desenvolvimento pessoal e profissional de professores de ciências naturais. Conforme se constatou na segunda parte deste estudo (durante a oficina de formação), a análise e discussão das ideias dos alunos encerram potencialidades na estimulação da reflexão e do desejo de mudança entre os professores. A análise das histórias de ficção científica e das respostas aos

questionários redigidas pelos alunos (neste caso, dos próprios alunos das participantes na oficina): a) permitiu às professoras tomarem consciência das concepções dos alunos sobre os empreendimentos científico e tecnológico; b) estimulou a reflexão sobre as próprias práticas e as eventuais responsabilidades pessoais na veiculação de ideias deturpadas acerca da ciência e da tecnologia; e c) suscitou o desejo de mudança e de transformação das suas práticas. Estes resultados destacam as potencialidades das narrativas elaboradas pelos alunos: a) na estimulação da reflexão por parte dos professores – em contextos de formação inicial ou contínua – em torno de concepções acerca da ciência e do papel desempenhado pelos meios de comunicação social e pela escola (manuais escolares, práticas de sala de aula...) na sua veiculação; e b) na indução do desejo de mudança das práticas de sala de aula.

As concepções identificadas também assumem uma relevância didáctica considerável, permitindo aos professores detectar as dimensões que devem ser tratadas de forma explícita e com maior persistência nas aulas de ciências naturais. Quando os professores conhecem as concepções dos seus alunos, o ensino pode ser alterado de forma a incluir actividades que proporcionem um maior contacto ou reflexão sobre a actividade científica e contrariem directamente os estereótipos detectados (por exemplo, visitas a centros de investigação, realização de investigações, estágios em laboratórios, contactos com cientistas, discussão de questões sócio-científicas e de filmes, desenhos animados ou histórias de ficção científica). Estas actividades permitirão a exposição dos alunos a uma maior variedade de tipos de cientistas e metodologias de investigação, promovendo a compreensão de aspectos da sociologia interna e externa da ciência, bem como a reflexão sobre as imagens acerca da ciência e da tecnologia veiculadas ou reforçadas pelos *media*. Desta forma, poderá contribuir-se para a construção de uma concepção mais real e humana das actividades científica e tecnológica.

Os resultados da acção de desenvolvimento pessoal e profissional sugerem a pertinência de um investimento duplo: a) na construção, avaliação e divulgação de materiais educativos com sugestões de actividades de discussão de questões sócio-científicas, destinadas a áreas curriculares disciplinares e não-disciplinares; e

b) no apoio (prolongado e contextualizado) dos professores durante a concepção e implementação deste tipo de actividades nas suas aulas. Os materiais poderiam ser divulgados através da *Internet* e incluir, por exemplo: a) informação científica e técnica para não-especialistas; b) sugestões de abordagens e de metodologias a utilizar em sala de aula (estudos de caso, representação de papéis, discussão de dilemas, etc.); c) materiais para avaliação dos diferentes aspectos das actividades; d) listas de páginas da *Internet* com informação relevante e diversificada sobre o tema; e) endereços de especialistas predispostos a discutir o tema com os alunos; f) materiais que auxiliem a compreensão dos diferentes pontos de vista sobre o tema em causa e a detecção de aspectos tendenciosos; e g) sugestões de actividades destinadas a alunos com baixos níveis de motivação escolar e literacia científica. A implementação destes materiais em contexto de sala de aula deverá ser apoiada por formadores, dispostos a assistirem às aulas, a estimularem a reflexão dos professores sobre as suas próprias práticas e a auxiliá-los na superação dos seus problemas. Este tipo de iniciativa de formação (centrado nas necessidades e dificuldades específicas dos professores) requer, como referem Barroso e Canário (1999), um formador com funções, essencialmente, de consulta e de apoio, ou seja, um formador que deixe “de ser um ‘prelector’ para se transformar num ‘agente de desenvolvimento ao serviço das pessoas e da organização’ capaz de inventar dispositivos adequados aos problemas postos e aos respectivos contextos” (p. 168). Não existe um conjunto de regras simples e rígidas para a concepção e realização de actividades de discussão. Os professores trabalham, e desenvolvem as suas competências pessoais e profissionais, em ambientes de trabalho caracterizados pela singularidade, complexidade e imprevisibilidade. Logo, a abordagem a adoptar deverá atender às características específicas de cada turma, nomeadamente, aos seus conhecimentos, capacidades, valores, interesses e vivências.

Torna-se urgente romper uma tradição escolar que encara o ensino apenas como transmissão de conhecimento (ordenado, compartimentado e hierarquizado) e a aprendizagem como recepção passiva e acrítica de informação transmitida. O crescimento exponencial e a rápida obsolescência do conhecimento científico inviabilizam a aquisição de um conjunto de saberes válido para toda a vida.

Simultaneamente, a quantidade, diversidade e imprevisibilidade das questões sócio-científicas que afectam a sociedade actual retiram qualquer utilidade a uma educação científica que, centrada na memorização de conteúdos de ciência e tecnologia (frequentemente desactualizados), dissociados do contexto social que lhes confere relevância e na mobilização de respostas “certas”, não capacita os cidadãos para a análise crítica e para resolução criativa de problemas inesperados e de carácter controverso. Portanto, assume especial importância uma educação científica centrada no desenvolvimento das competências necessárias a uma cidadania livre, responsável, solidária e crítica. Compete aos professores, e à educação em geral, preparar os alunos para os vários desafios dos tempos actuais, nomeadamente, a complexidade crescente e o carácter controverso das inovações científicas e tecnológicas, a cultura mediática e as novas formas de conhecer com as quais a escola deve partilhar o seu espaço tradicional. Compete às instituições de formação promover, nos futuros e nos actuais professores, as competências profissionais necessárias à concretização deste objectivo, nomeadamente, através de experiências de desenvolvimento pessoal e profissional que proporcionem: a) conhecimentos substantivos, processuais e epistemológicos da ciência; b) conhecimentos didácticos sobre as abordagens, metodologias e actividades mais adequadas à utilização desses conhecimentos para a prática de sala de aula; c) reflexão sobre as finalidades do ensino das ciências e as estratégias mais adequadas à sua concretização; d) flexibilidade de resposta às necessidades e aos interesses dos alunos; e e) uma estrutura de apoio em contexto real de sala de aula que contribua para a promoção de uma atitude reflexiva acerca do desempenho individual e facilite a superação das dificuldades e dos obstáculos inerentes à experimentação de novas metodologias.

7.3 DO PRESENTE AO FUTURO

Este estudo representa um passo importante no percurso de desenvolvimento pessoal e profissional do seu autor, com repercussões nas suas

actividades de educador em ciência (ao nível da formação inicial e contínua de professores) e de investigador na área da didáctica das ciências. Ao nível das disciplinas de “Biologia”, “Didáctica das Ciências” e “Prática Pedagógica”, da sua responsabilidade, os resultados deste estudo sugerem o recurso a estratégias que permitam:

1. Desenvolver, de forma explícita, conhecimentos acerca de aspectos processuais e epistemológicos da ciência, bem como auxiliar os estagiários a mobilizarem esses conhecimentos na sua prática de sala de aula;
2. Preparar os futuros professores para uma mediação eficaz entre os *media* e a educação, no sentido de potenciar os aspectos positivos dos *media* e evitar ou minimizar eventuais efeitos adversos resultantes da veiculação de imagens estereotipadas e/ou deturpadas;
3. Proporcionar um maior contacto e reflexão sobre a actividade científica de forma a contrariar os estereótipos detectados nesta investigação e contribuir para a construção de uma concepção mais real e humana da ciência.

A reflexão sobre o trabalho realizado e os resultados obtidos neste estudo sugerem, ainda, algumas orientações futuras para a linha de investigação e intervenção em que se integra, nomeadamente:

1. A concepção de estratégias, metodologias e actividades adequadas à concretização dos objectivos atrás referidos;
2. A investigação do impacto dessas estratégias, metodologias e actividades nas concepções e práticas de estagiários e professores;
3. A aplicação e avaliação das estratégias de desenvolvimento profissional utilizadas no presente estudo a outros contextos de formação, nomeadamente, na formação inicial de professores;

4. A construção, avaliação e divulgação de materiais educativos com sugestões de actividades de discussão de questões sócio-científicas destinadas às disciplinas de ciências naturais dos diferentes níveis de ensino e às áreas curriculares não-disciplinares;
5. O estudo do impacto de determinadas notícias de jornal (publicadas por jornais nacionais de grande tiragem), de programas televisivos e filmes de ficção científica (exibidos por canais nacionais), centrados em questões sócio-científicas actuais, nas concepções dos alunos sobre a actividade científica;
6. A concepção de actividades de sala de aula destinadas a promover uma análise crítica da informação e das mensagens, sobre o empreendimento científico, divulgadas pelos meios de comunicação social;
7. A investigação do impacto dessas actividades nas concepções dos alunos sobre a ciência.

Actualmente, estão em curso duas investigações. A primeira, integrada num projecto mais vasto de um grupo de investigação do Centro e Investigação em Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (Projecto “Desenvolvimento Profissional de Professores em Início de Carreira”, financiado pela Fundação de Ciência e Tecnologia), pretende aprofundar o conhecimento dos factores que afectam a consistência entre as concepções dos professores sobre a natureza da ciência e a sua prática de sala de aula. Este trabalho recorre a uma abordagem metodológica idêntica à do presente estudo mas envolve, exclusivamente, professores em início de carreira. A segunda investigação estuda as potencialidades da redacção de histórias de ficção científica pelos alunos, e posterior discussão em grupo, como estratégia de sala de aula destinada a promover uma imagem mais real dos empreendimentos científico e tecnológico, bem como das suas interacções com o contexto sócio-cultural. Neste estudo, de natureza interpretativa, participam uma professora e os respectivos alunos de três turmas de Técnicas Laboratoriais do 10º ano. Estas investigações representam, simultaneamente, a continuação do percurso de desenvolvimento pessoal e

profissional do investigador e um eventual contributo para o desenvolvimento de uma sociedade mais democrática, onde todos os cidadãos se sintam capacitados para uma intervenção activa e crítica em discussões, debates e processos decisórios sobre questões sócio-científicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AAAS, American Association for the Advancement of Science (1989). *Science for all Americans: project 2061*. Washington, DC: Autor.
- AAAS, American Association for the Advancement of Science (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.
- Abd-El-Khalick, F. (2003). Socioscientific issues in pre-college science classrooms. In D. L. Zeidler (Ed.), *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education* (pp. 41-61). Dordrecht: Kluwer Academic Press.
- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. & Lederman, N. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education*, 82(4), 417-437.
- Abd-El-Khalick, F. & Lederman, N. (2000). Improving science teachers' conceptions of the nature of science: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665-701.
- Acevedo, J. (1992). Cuestiones de sociología y epistemología de la ciencia. La opinión de los estudiantes. *Revista de Educación de la Universidad de Granada*, 6, 167-182.
- Acevedo, J. (1993). Que piensan los estudiantes sobre la ciencia? Un enfoque CTS. *Enseñanza de las Ciencias*, nº extra (IV Congreso), 11-12.
- Acevedo, J. (1994). Los futuros profesores de enseñanza secundaria ante la sociología y la epistemología de las ciencias. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 19, 111-125. Disponível em <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo8.htm>.
- Acevedo, J. (1996). Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. *Borrador*, 13, 26-30.
- Acevedo, J. (1998). Análisis de algunos criterios para diferenciar entre ciencia y tecnología. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(3), 409-420. Disponível em <http://www.bib.uab.es/pub/ensenanzadelasciencias/02124521v16n3p409.pdf>.

- Acevedo, J., Vásquez, A., Acevedo, P. & Manassero, M. (2002). Sobre las actitudes y creencias CTS del profesorado de primaria, secundaria y universidad. *Tarbiya – Revista de Investigación e Innovación Educativa*, 30, 5-29. Disponible en <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo15.htm>.
- Acevedo, J., Vasquez, A. & Manassero, M. (2002). Evaluación de actitudes y creencias CTS: diferencias entre alumnos y profesores. *Revista de Educación*, 328, 355-382. Disponible en <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo14.htm>.
- Aiex, N. (1999). *Mass media use in the classroom* (ERIC Digest D147). ERIC Clearinghouse on Reading, English and Communication.
- Aikenhead, G. (1984). Teacher decision making: The case of Prairie High. *Journal of Research in Science Teaching*, 21, 167-186.
- Aikenhead, G. (1987). High school graduates' beliefs about science-technology-society. 3: Characteristics and limitations of science knowledge. *Science Education*, 71, 459-487.
- Aikenhead, G. (1988). An analysis of four ways of assessing student beliefs about STS topics. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(8), 607-629.
- Aikenhead, G. (1990). Scientific/technological literacy, critical reasoning, and classroom practice. In S.P. Norris & L.M. Phillips (Eds.), *Foundations of literacy policy in Canada* (pp. 127-145). Alberta: Detselig Enterprises.
- Aikenhead, G. (1994a). What is STS science teaching? In J. Solomon & G. Aikenhead (Eds.), *STS education: International perspectives on reform* (pp. 47-59). New York: Teachers College Press.
- Aikenhead, G. (1994b). Consequences to learning science through STS: A research perspective. In J. Solomon & G. Aikenhead (Eds.), *STS education: International perspectives on reform* (pp. 169-186). New York: Teachers College Press.
- Aikenhead, G. (1994c). A review of research into the outcomes of STS teaching. In K. Boersma, K. Kortland, & J. Van Trommel (Eds.), *Proceedings of the 7th IOSTE Symposium* (pp. 13-24). Enschede, Netherlands: National Institute for Curriculum.
- Aikenhead, G. (2000). STS science in Canada: From policy to student evaluation. In D. D. Kumar & D. E. Chubin (Eds.), *Science, technology, and society: A*

- sourcebook on research and practice* (pp. 49-89). New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Aikenhead, G. (2002). *Renegotiating the culture of school science: Scientific literacy for an informed public*. Comunicação apresentada no ciclo de conferências comemorativo dos 30 anos do Departamento de Educação da Faculdade de Ciências, Lisboa (Portugal). Disponível em <http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/index.htm>
- Aikenhead, G. (2003). STS Education: A rose by any other name. In R. Cross (Ed.), *A vision for science education: Responding to the work of Peter J. Fensham* (pp. 59-75). New York: RoutledgeFalmer Press.
- Akindehin, F. (1988). Effect of an instructional package on preservice science teachers' understanding of the nature of science and acquisition of science-related attitudes. *Science Education*, 72, 73-82.
- Alarcão, I. (1996). Reflexão crítica sobre o pensamento de D. Schön e os programas de formação de professores. In I. Alarcão (Ed.), *Formação reflexiva de professores: Estratégias de supervisão* (pp. 9-39). Porto: Porto Editora.
- Alarcão, I. (Ed.)(2001). *Escola reflexiva e supervisão*. Porto: Porto Editora.
- Alarcão, I., Formosinho, J. & Nóvoa, A. (1991). Conclusões do congresso. In J. Tavares (Ed.), *Formação contínua de professores: realidades e perspectivas* (pp. 323-326). Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Anderson, R. & Mitchener, C. (1994). Research on science teacher education. In D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning* (pp. 3-44). New York: MacMillan.
- Apple, M. (1997). *Os Professores e o Currículo: Abordagens Sociológicas*. Lisboa: Educa.
- Assembleia da República Portuguesa (1986). *Lei de bases do sistema educativo* (Lei nº 46/86). Lisboa: Autor.
- Barbosa, L. (1995). *Trabalho e dinâmica dos pequenos grupos: Ideias para professores e formadores*. Porto: Edições Afrontamento.
- Bardin, L. (1977). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Barnes, B. & Dolby, R. (1970). The scientific ethos: A deviant viewpoint. *European Journal of Sociology*, 2, 3-25.

- Barnett, C. (1991). Building a case-based curriculum to enhance the pedagogical content knowledge of mathematics teachers. *Journal of Teacher Education*, 42(4), 263-272.
- Barnett, C. & Sather, S. (1992). *Using case discussions to promote changes in beliefs among mathematics teachers*. Comunicação apresentada no encontro anual da American Education Research Association, San Francisco. [Documento policopiado]
- Barroso, J. (1996). *O estudo da escola*. Porto: Porto Editora.
- Barroso, J. & Canário, R. (1999). *Centros de formação das associações de escolas: Das expectativas às realidades*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- Bauer, H. (1992). *Scientific literacy and the myth of the scientific method*. Urbana: University of Illinois Press.
- Baxter, J. & Lederman, N. (1999). Assessment and measurement of pedagogical content knowledge. In J. Gess-Newsome & N. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge* (pp. 147-161). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Bell, B. (1998). Teacher development in science education. In B.J. Fraser & K. Tobin (Eds.), *International handbook of science education* (pp. 681-694). Dordrecht: Kluwer Academic Press.
- Bell, R. (2003). Exploring the role of nature of science understandings in decision-making: Pipe dream or possibility? In D. L. Zeidler (Ed.), *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education* (pp. 63-79). Dordrecht: Kluwer Academic Press.
- Bell, R., Lederman, N. & Abd-El-Khalick, F. (2000). Developing and acting upon one's conception of the nature of science: A follow-up study. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 563-581.
- Bem-Chaim, D. & Zoller, U. (1991). The STS outlook profiles of Israeli high school students and their teachers. *International Journal of Science Education*, 13(4), 447-458.
- Bentley, V. & Garrison, J. (1991). The role of philosophy of science in science teacher education. *Journal of Science Teacher Education*, 2, 67-71.

- Berkowitz, M. & Simmons, P. (2003). Integrating science education and character education: The role of peer discussion. In D. L. Zeidler (Ed.), *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education* (pp. 117-138). Dordrecht: Kluwer Academic Press.
- Berman, S. (1997). *Children's social consciousness and the development of social responsibility*. Albany: State University of New York Press.
- Bisanz, G. L., Bisanz, J., Korpan, C. A., & Zimmerman, C. (1996). *Assessing scientific literacy: Questions students ask when evaluating news reports about scientific research*. Comunicação apresentada no 8th IOSTE Symposium, Edmonton, Alberta. [Documento policopiado]
- Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação: Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto editora.
- Borges, C. & César, M. (2001). Experimentar interagindo: Processos inovadores de apropriação de conhecimentos em ciências. In B. D. Silva & L. S. Almeida (Eds.), *Actas do VI congresso galaico-português de psicopedagogia* (pp. 323-336). Braga: Universidade do Minho.
- Borko, H. & Putnam, R. (1996). Learning to teach. In D. C. Berliner & R. C. Calfee (Eds.), *Handbook of Educational Psychology* (pp. 673-708). New York: MacMillan.
- Brickhouse, N. (1990). Teachers' beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practice. *Journal of Teacher Education*, 41(3), 53-62.
- Brickhouse, N. & Bodner, G. (1992). The beginning science teacher: Classroom narratives of convictions and constraints. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 471-485.
- Bridges, D. (1986). Dealing with controversy in the curriculum: A philosophical perspective. In J. Wellington (Ed.), *Controversial issues in the curriculum* (pp. 19-38). Oxford: Basil Blackwell.
- Bridges, D. (1988). *Education, democracy & discussion*. Lanham: University Press of America.
- Brookfield, S. & Preskill, S. (1999). *Discussion as a way of teaching: Tools and techniques for democratic classrooms*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers

- Brown, J., Collins, A. & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32-42.
- Burbules, N. (1993). *Dialogue in teaching*. New York: Teachers College Press.
- Bybee, R. (1985). The Sisyphean question in science education: What should the scientifically and technologically literate person know, value and do – as a citizen? In R. W. Bybee (Ed.), *Science-technology-society. 1985 NSTA Yearbook* (pp. 79-93). Washington: National Science Teachers Association.
- Bybee, R. (2001). Achieving scientific literacy: Strategies for insuring that free-choice science education complements national formal science education efforts. In J. H. Falk (Ed.), *Free-choice science education: How we learn science outside of school* (pp. 44-63). New York: Teachers College Press.
- Byrne, M. & Johnstone, A. (1988). How to make science relevant. *School Science Review*, 70(251), 43-46.
- Cachapuz, A., Praia, J. & Jorge, M. (2002a). Reflexão em torno do ensino das ciências: Contributos para uma nova orientação curricular – Ensino por pesquisa. *Revista de Educação*, IX(1), 69-79.
- Cachapuz, A., Praia, J. & Jorge, M. (2002b). *Ciência, educação em ciência e ensino das ciências*. Lisboa: Ministério da Educação, Instituto de Inovação Educacional.
- Cachapuz, A., Praia, J., Paixão, F. & Martins, I. (2000). Uma visão sobre o ensino das ciências no pós-mudança conceptual: Contributos para a formação de professores. *Inovação*, 13(2-3), 117-137.
- Campos, C., Neves, A., Fernandes, D., Conceição, J. & Alaiz, V. (s. d.). *Pensar avaliação, melhorar a aprendizagem: Questionários na sala de aula*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- Canavarro, J. (1997). *Ciência, escola e sociedade: Concepções de ciência de estudantes portugueses*. Coimbra: Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade de Coimbra. [Tese de doutoramento]
- Canavarro, J. (1999). *Ciência e sociedade*. Coimbra: Quarteto Editora.
- Canavarro, J. (2000). *O que se pensa sobre a ciência*. Coimbra: Quarteto Editora.
- Carr, W. & Kemmis, S. (1986). *Becoming critical: education knowledge and action research*. London: Falmer Press.

- Carlsen, W. (1999). Domains of teacher knowledge. In J. Gess-Newsome & N. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge* (pp. 133-144). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- César, M. (1994). *O papel da interação entre pares na resolução de tarefas matemáticas: Trabalho em diáde vs. trabalho individual em contexto escolar*. Lisboa: Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. [Tese de doutoramento, documento policopiado].
- César, M. (2000). Interações sociais e apreensão de conhecimentos matemáticos: A investigação contextualizada. In J. P. Ponte & L. P. Serrazina (Eds.), *Educação matemática em Portugal, Espanha e Itália – Actas da escola de Verão 1999* (pp. 5-46). Lisboa: SEM-SPCE.
- César, M. (2001). E o que é isso de aprender? Reflexões e exemplos de um processo complexo. In I. C. Lopes, J. Silva & P. Figueiredo (Eds.), *Actas ProfMat 2001* (pp. 103-109). Lisboa: APM.
- Chagas, I. (1993). Aprendizagem não formal/formal das ciências. Relações entre os museus de ciência e as escolas. *Revista de Educação*, 3(1), 51-59.
- Chambers, D. (1983). Stereotypic images of the scientist: The Draw-a-Scientist test. *Science Education*, 67, 255-265.
- Cheek, D. (1992). Evaluating learning in STS education. *Theory into Practice*, 31(1), 64-72.
- Clough, M. & Clark, R. (1994). Creative constructivism: Challenge your students with an authentic science experience. *The Science Teacher*, 61, 46-49.
- Cobern, W. & Loving, C. (2000). The card exchange: introducing the philosophy of science. In W. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 73-82). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Cohen, L., & Manion, L. (1980). *Research methods in education*. London: Croom Helm.
- Collins, H. M. & Shapin, S. (1986). Uncovering the nature of science. In J. Brown, A. Cooper, T. Horton, F. Toates & D. Zeldin (Eds.), *Science in Schools*. London: Open University Press. [Reimpressão de Times Higher Education Supplement, 27 de Julho de 1984, 13].

- Comissão Europeia e Fundação Calouste Gulbenkian (1995). *A white paper on science education in europe*. Lisboa: Instituto de Prospectiva. [Documento preliminar para discussão]
- Conant, J. (1947). *On understanding science*. New Haven: Yale University Press.
- Conselho Científico-Pedagógico da Formação Contínua (1996). *Regime Jurídico da Formação Contínua* – Decreto-Lei nº 207/96 de 2 de Novembro, Preâmbulo, nº 3.
- Conselho Científico-Pedagógico da Formação Contínua (1999). *Contributo para a consolidação da formação contínua centrada nas práticas profissionais*. Braga: Autor.
- Conselho Nacional de Educação (2000). *Parecer 2/2000: Proposta de reorganização curricular do ensino básico*. Documento policopiado.
- Cowie, H. & Rudduck, J. (1990). Learning through discussion. In N. Entwistle (Ed.), *Handbook of educational ideas and practices* (pp. 803-812). London: Routledge.
- Craveiro, C.L. & Neto, A. (1999). Das concepções curriculares e metodológicas dos professores de ciências ao ensino CTS: um estudo descritivo. *Actas do VII Encontro Nacional de Educação em Ciências*. Faro: Universidade do Algarve, Escola Superior de Educação (pp. 307-317).
- Crawley, F. E. (1990). Intentions of science teachers to use investigative teaching methods: A test to the theory of planned behavior. *Journal of Research in Science Teaching*, 27, 685-697.
- Cross, R. T. & Price, R. F. (1996). Science teachers' social conscience and the role of controversial issues in the teaching of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 319-333.
- Czerniak, C. M. & Lumpe, A. T. (1996). Relationship between teacher beliefs and science education reform. *Journal of Science Teacher Education*, 7, 247-266.
- Davis, K. (2003). "Change is hard": What science teachers are telling us about reform and teacher learning of innovative practices. *Science Education*, 87(1), 3-30.
- Day, C. (1999). *Developing teachers: The challenges of lifelong learning*. London: The Falmer Press.

- Dearden, R. (1981). Controversial issues and the curriculum. *Journal of Curriculum Studies*, 13(1), 37-44.
- DeBoer, G. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.
- DeDecker, P. (1986). Biology and ethics: Their role in education for the 80s and beyond. *The American Biology Teacher*, 48(5), 285-292.
- DeDecker, P. (1987). Teaching bioethical decision making in high school: A lesson plan. *The American Biology Teacher*, 49(7), 428-432.
- Denzin, N. K. (1970). *The research act: a theoretical introduction to sociological methods*. Chicago: Aldine.
- Denzin, N. & Lincoln, Y. (Eds.)(1994). *Handbook of qualitative research*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Désautels, J. & Larochelle, M. (2003). Educación científica: El regreso del ciudadano y de la ciudadana. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(1), 3-20.
- Dewey, J. (1933). *How we think*. London: Heath.
- Dewey, J. (1996). *The school and society. The child and the curriculum* (2nd Edition). Chicago: University of Chicago Press.
- Dhingra, K. (2003). Thinking about television science: How students understand the nature of science from different program genres. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(2), 234-256.
- Dick, B. (2000) *A beginner's guide to action research*. Disponível em <http://www.scu.edu.au/schools/gcm/ar/arp/guide.html>
- Dillon, J. (1994). *Using discussion in classrooms*. Buckingham: Open University Press.
- Dimopoulos, K. & Koulaidis, V. (2003). Science and technology education for citizenship: The potential role of the press. *Science Education*, 87(2), 241-256.
- Doise, W. & Mugny, G. (1981). *Le développement social de l'intelligence*. Paris: InterÉditions.
- Doise, W., Mugny, G. & Perret-Clermont, A.-N. (1975). Social interaction and the development of cognitive operations. *European Journal of Social Psychology*, 5, 367-383.

- Dori, Y, Tal, R. & Tsaushu, M. (2003). Teaching biotechnology through case studies--Can we improve higher order thinking skills of nonscience majors? *Science Education*, 87(6), 767-793.
- Drever, E. (1995). *Using semi-structured interviews in small-scale research: a teacher's guide*. Edinburgh: Scottish Council for Research in Education.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R. & Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. Buckingham: Open University Press.
- Duffee, L. & Aikenhead, G. (1992). Curriculum change, student evaluation, and teacher practical knowledge. *Science Education*, 76, 493-506.
- Duschl, R. (1994). Research on the history and philosophy of science. In L.G. Dorothy (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning* (pp. 445-455). New York: MacMillan.
- Duschl, R. (2000). Making the nature of science explicit. In R. Millar, J. Leach & J. Osborn (Eds.), *Improving science education: The contribution of research* (pp. 187-206). Buckingham: Open University Press.
- Duschl, R. & Wrieth, E. (1989). A case study of high school teachers' decision making models for planning and teaching science. *Journal of Research in Science Teaching*, 26, 467-501.
- Eijkelhof, H. & Lijnse, P. (1988). The role of research and development to improve STS education: Experiences from PLON project. *International Journal of Science Education*, 10(4), 464-474.
- Eisenhart, M., Finkel, E. & Marion, S. (1996). Creating the conditions for scientific literacy: a re-examination. *American Educational Research Journal*, 33, 261-295.
- Elbaz, F. (1983). *Teacher thinking: A study of practical knowledge*. London: Croom Helm.
- Erickson, F. (1998). Qualitative research methods for science education. In B. J. Fraser & K. G. Tobin (Eds.), *International handbook of science education* (pp. 1155-1173). Dordrecht: Kluwer.
- Falk, J. (Ed.)(2001). *Free-choice science education: How we learn science outside of school*. New York: Teachers College Press.

- Feldman, A. (2000). Decision making in the practical domain: A model of practical conceptual change. *Science Education*, 84, 606-623.
- Fensham, P. (1997). School science and its problems with scientific literacy. In R. Levinson & J. Thomas (Eds.), *Science today: Problem or crisis?* (pp. 119-136). Londres: Routledge.
- Fensham, P., Law, N., Li, S. & Wei, B. (2000). Public understanding of science as basic literacy. In R. T. Cross & P. J. Fensham (Eds.), *Science and the citizen for educators and the public* (pp. 145-155). Melbourne: Arena Publications.
- Fernández, I., Gil, D., Carrascosa, J., Cachapuz, A. & Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 477-488.
- Ferrini-Mundy, J. (1997). Reform efforts in mathematics education: Reckoning with the realities. In S. N. Friel & G. W. Bright (Eds.), *Reflecting on our work: NSF teacher enhancement in K-6 mathematics* (pp. 113-132). Lanham, MD: University Press of America.
- Fink, A. & Kosecoff, J. (1985). *How to conduct surveys: A step-by-step guide*. London: Sage Publications.
- Fleming, R. (1987). High school graduates' beliefs about science-technology-society (II). The interaction among science, technology and society. *Science Education*, 71(2), 163-186.
- Fort, D. & Varney, H. (1989). How students see scientists: Mostly male, mostly white, and mostly benevolent. *Science and Children*, 26(8), 8-13.
- Frankel, D. (2001). The free-choice education sector as a sleeping giant in the public policy debate. In J. H. Falk (Ed.), *Free-choice science education: How we learn science outside of school* (pp. 163-173). New York: Teachers College Press.
- Freire, A. (1993). Um olhar sobre o ensino da física e da química nos últimos cinquenta anos. *Revista de Educação*, 3(1), 37-49.
- Freire, A. (1999). *Aprender a ensinar nos estágios pedagógicos: Estudo sobre mudanças nas concepções de ensino e na prática instrucional de estagiários de física e química*. Lisboa: Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. [Tese de doutoramento, documento policopiado].

- Freire Jr., O. (2003). O debate sobre a imagem da ciência – a propósito das ideias e da acção de E. P. Wigner. In B. S. Santos (Ed.), *Conhecimento prudente para uma vida decente: 'Um discurso sobre as ciências' revisitado* (pp. 481-506). Porto: Edições Afrontamento.
- Freudenrich, C. (2000). Sci-fi science. *The science teacher*, November, 42-45.
- Fullan, M. (1991). *The new meanings of educational change*. New York: Teachers College Press.
- Gago, J. M. (1990). *Manifesto para a ciência em Portugal*. Lisboa: Gradiva.
- Gago, J. M. (Ed.)(1994). *Science in school and the future of scientific culture in Europe – International conference*. Lisboa: Universidade de Lisboa.
- Galbraith, P., Carss, M., Grice, R., Endean, L. & Warry, M. (1997). Towards scientific literacy for the third millennium: a view from Australia. *International Journal of Science Education*, 19, 447-467.
- Gall, M. (1985). Discussion methods of teaching. In T. Husen & T. N. Postlethwaite (Eds.), *The international encyclopedia of education: Research and studies* (pp. 1423-1427). Oxford: Pergamon.
- Gall, J. & Gall, M. (1990). Outcomes of the discussion method. In W. Wilen (Ed.), *Teaching and learning through discussion* (pp. 25-44). Springfield: Thomas.
- Gall, M. & Gall, J. (1976). The discussion method. In N. Cage (Ed.), *The psychology of teaching methods* (pp. 166-216). Chicago: National Society for the Study of Education.
- Gallagher, J. J. (1991). Prospective and practicing secondary school science teachers' knowledge and beliefs about the philosophy of science. *Science Education*, 75, 121-133.
- Galvão, C. (1998). *Professor: O início da prática profissional*. Lisboa: APM. [Tese de doutoramento, Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa].
- Galvão, C. (Coord.)(2001). *Ciências Físicas e Naturais. Orientações curriculares para o 3º ciclo do ensino básico*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento da Educação Básica.
- Galvão, C. (2002). *Narrativas na educação*. Comunicação integrada no painel 'Estudos de caso, biografias e narrativas na investigação' realizado na

- Conferência Internacional de Investigação em Educação, Viana do Castelo (Portugal). [Documento policopiado]
- Galvão, C. & Abrantes, P. (2002). *Physical and natural sciences – a new curriculum in Portugal*. Comunicação apresentada no 2º Simpósio Internacional IPN – YSEG, Kiel (Alemanha). Disponível em http://www.ipn.uni-kiel.de/chik_symposium/sites/index.htm.
- Galvão, C. e Reis, P. (2002). Um olhar sobre o conhecimento profissional dos professores: O estágio de Sofia. *Revista de Educação do Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa*, 11(2), 165-178.
- Gardner, P. (1983). Another look at controversial issues and the curriculum. *Journal of Curriculum Studies*, 16, 179-185.
- Gee, J. (1996). *Social linguistics and literacies*. London: Taylor and Francis.
- Gess-Newsome, J. & Lederman, N. (1993). Preservice biology teachers' knowledge structures as a function of professional teacher education: A year-long assessment. *Science Education*, 77, 25-45.
- Gil Flores, J. (1994). *Análisis de datos cualitativos. Aplicaciones a la investigación educativa*. Barcelona: PPU.
- Gil Flores, J. (1999). *Análisis de los datos cualitativos obtenidos mediante grupos de discusión: Una visión crítica*. Comunicação apresentada no Seminário “Metodologias de Investigação em Educação”, Lisboa (Portugal). [Documento policopiado]
- Goetz, J., & LeCompte, M. (1984). *Ethnography and qualitative design in educational research*. New York: Academic Press.
- Griffin, J. (2002). Look! No hands! Practical science experiences in museums. In S. Amos & R. Boohan (Eds.), *Teaching science in secondary schools* (pp. 178-188). London: Routledge/Falmer and The Open University.
- Grossman, P. (1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. New York: Teachers College Press.
- Gunstone, R. & Northfield, J. (1994). Metacognition and learning to teach. *International Journal of Science Education*, 16(5), 523-537.

- Guskey, T. R. (1986). Staff development and the process of teacher change. *Educational Researcher*, 15(5), 5-12.
- Guskey, T. R. (2002). Professional development and teacher change. *Teachers and teaching: theory and practice*, 8(3/4), 381-391.
- Gutmann, A. & Thompson, D. (1996). *Democracy and disagreement: Why moral conflict can not be avoid in politics, and what should be done about it*. Cambridge: Harvard University Press.
- Hammerich, P. (2000). Confronting students' conceptions of the nature of science with cooperative controversy. In W. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 127-136). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Harris, J. (1988). Discussion in practice: Theorising structure and subjectivity in teaching and learning. *British Journal of Sociology of Education*, 9, 205-221.
- Harrison, J. (1993). Citizenship and core and foundation subjects: Science. In J. Edwards & K. Fogelman (Eds.), *Developing citizenship in the curriculum* (pp. 47-50). London: David Fulton.
- Hashweh, M. Z. (1996). Effects of science teachers' epistemological beliefs in teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 47-63.
- Haukoos, G. & Penick, T. (1983). The influence of classroom climate on science process and context achievement of community college students. *Journal of Research in Science Teaching*, 20, 629-637.
- Haynes, R. (2003). From alchemy to artificial intelligence. *Public Understanding of Science*, 12(3), 243-254.
- Henderson, J. & Knutton, S. (1990). *Biotechnology in schools: a handbook for teachers*. Buckingham: Open University Press.
- Hewson, P. W. & Hewson, M. G. (1989). Analysis and use of a task for identifying conceptions of teaching science. *Journal of Education for Teaching*, 15, 191-209.
- Hewson, P., Tabachnick, B., Zeichner, K. & Lemberger, J. (1999). Educating prospective teachers of biology: Findings, limitations, and recommendations. *Science Education*, 83(3), 373-384.
- Hirschhorn, M. (1993). *L'ère des enseignants*. Paris: Puf.

- Hodson, D. (1998). *Teaching and learning science: Towards a personalized approach*. Buckingham: Open University Press.
- Hogan, K. (2000). Exploring a process view of students' knowledge about the nature of science. *Science Education*, 84(1), 51-70.
- Huberman, A. M. & Miles, M. B. (1994). Data management and analysis methods. In N. Denzin & Y. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research* (pp. 428-444). Thousand Oaks: Sage Publications.
- Hughes, G. (2000). Marginalization of socioscientific material in science-technology-society science curricula: Some implications for gender inclusivity and curriculum reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 426-440.
- Huibregtse, I., Korthagen, F. & Wubbels, T. (1994). Physics teachers' conceptions of learning, teaching and professional development. *International Journal of Science Education*, 16(5), 539-561.
- Huling, L. & Resta, V. (2001). *Teacher mentoring as professional development*. Washington, DC: ERIC Digest, ERIC Clearinghouse on Teaching and Teacher Education, AACTE. ED460125
- Hunt, A. & Millar, R. (2000). *AS science for public understanding*. Oxford: Heinemann Educational Publishers.
- Hurd, P. (1958). Scientific literacy: Its meaning for American schools. *Educational Leadership*, 16, 13-16.
- Irwin, A. & Wynne, B. (Eds.)(1996). *Misunderstanding science? The public reconstruction of science and technology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Jenkins, E. (1990). Scientific literacy and school science education. *School Science Review*, 71, 43-51.
- Jenkins, E. (1996). The 'nature of science' as a curriculum component. *Journal of Curriculum Studies*, 28(2), 137-150.
- Jenkins, E. (1997a). *Scientific and technological literacy for citizenship: What can we learn from the research and other evidence?* Disponível em <http://www.leeds.ac.uk/educol/documents/000000447.htm>

- Jenkins, E. (1997b). Towards a functional public understanding of science. In R. Levinson & J. Thomas, *Science today: Problem or crisis?* (pp. 137-150). London: Routledge.
- Johnson, B. (1993). *Teacher-as-researcher*. Washington: ERIC Clearinghouse on Teacher Education (ED355205). Disponível em [Http://www.ericfacility.net/ericdigests/ed355205.html](http://www.ericfacility.net/ericdigests/ed355205.html)
- Johnson D. & Johnson, R. (1995). *Creative controversy: Intellectual challenge in the classroom*. Edina: Interaction Book Company.
- Johnson, R., Brooker, C., Stutzman, J., Hultman, D. & Johnson, D. (1985). The effects of controversy, concurrence seeking, and individualistic learning on achievement and attitude change. *Journal of Research in Science Teaching*, 22, 197-205.
- Kemmis, S. (1985). Action research and the politics of reflection. In D. Boud, R. Keogh & D. Walker (Eds.), *Reflection: Turning experience into learning* (pp. 139-163). London: Kogan Page.
- Kemmis, S. (1993). Action research and social movement: A challenge for policy research. *Education Policy Analysis Archives*, 1(1). Disponível em <http://epaa.asu.edu/epaa/v1n1.html>
- Kemmis, S. & McTaggart, R. (1982). *The action research planner*. Victoria: Deakin University Press.
- King, B. (1991). Beginning teachers' knowledge of and attitude toward history and philosophy of science. *Science Education*, 75(1), 135-141.
- Klinzing, H. G. & Floden, R. (1990). Learning to moderate discussions. In W. Wilen (Ed.), *Teaching and learning through discussion* (pp. 175-202). Springfield: Thomas.
- Klopfer, L. E. (1985). Scientific literacy. In T. Husen, & T. N. Postlethwaite (Eds.), *The international encyclopedia of education: research and studies* (pp. 4478-4479). Oxford: Pergamon.
- Kolb, D. (1984). *Experiential learning. Experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Kolstoe, S. (2000). Consensus projects: Teaching science for citizenship. *International Journal of Science Education*, 22, 645-664.

- Kolstoe, S. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, 85(3), 291-310.
- Koulaidis, V. & Ogborn, J. (1989). Philosophy of science: An empirical study of teachers' views. *International Journal of Science Education*, 11(2), 173-184.
- Koulaidis, V. & Ogborn, J. (1995). Science teachers' philosophical assumptions: How well do we understand them? *International Journal of Science Education*, 17(3), 273-283.
- Krainer, K. & Goffree, F. (1999). *On research in teacher education: From a study of teaching practices to issues in teacher education*. Osnabruck: Forschungsinstitut für Mathematikdidaktik.
- Kuhn, T. (1970). *The structure of scientific revolutions*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Kuhne, G. & Quigley, A. (1997). Understanding and using action research in practice settings. In A. Quigley & G. Kuhne (Eds.), *Creating practical knowledge through action research: Posing problems, solving problems, and improving daily practice* (pp. 23-40). San Francisco: Jossey-Bass.
- Kyle, W. (1996). Editorial: The importance of investing in human resources. *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 1-4.
- Lakin, S. & Wellington, J. (1994). Who will teach the 'nature of science?': Teachers views of science and their implications for science education. *International Journal of Science Education*, 16, 175-190.
- Lakoff, G. & Johnson, M. (1980). *Metaphors we live by*. Chicago: University of Chicago Press.
- Larochelle, M. & Désautels, J. (1991). 'Of course, it's just obvious': Adolescents' ideas of scientific knowledge. *International Journal of Science Education*, 13(4), 373-89.
- Lave, J. (1991). Situating learning in communities of practice. In L. Resnick, J. Levine & S. Teasley (Eds.), *Perspectives on socially shared cognition* (pp. 63-82). Washington: American Psychological Association.
- Lave, J. & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Layton, D., Jenkins, E., Macgill, S. & Davey, A. (1993). *Inarticulate science? Perspectives on the public understanding of science and some implications for science education*. Driffield: Studies in Education.
- Leach, J., Driver, R., Millar, R. & Scott, P. (1997). A study of progression in learning about 'the nature of science': issues of conceptualisation and methodology. *International Journal of Science Education*, 19(2), 147-166.
- Lederman, N. (1986). Students and teacher's understanding the nature of science: A reassessment. *School Science and Mathematics*, 86, 91-99.
- Lederman, N. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 331-359.
- Lederman, N. (1999). Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: Factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(8), 916-929.
- Lederman, N. & Abd-El-Khalick, F. (2000). Avoiding de-natured science: Activities that promote understandings of the nature of science. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 83-126). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Lederman, N. & Zeidler, D. (1987). Science teachers' conceptions of the nature of science: Do they really influence teaching behaviour? *Science Education*, 71, 721-734.
- Lederman, N., Schwartz, R., Abd-El-Khalick, F. & Bell, R. (2001). Pre-service teachers' understanding and teaching of nature of science: An intervention study. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 1(2), 135-160.
- Lederman, N., Wade, P. & Bell, R. (2000). Assessing understanding of the nature of science: A historical perspective. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 331-350). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Leinhardt, G. & Greeno, J. (1986). The cognitive skill of teaching. *Journal of Educational Psychology*, 78(2), 75-95.

- Levinson, R. & Turner, S. (2001). *The teaching of social and ethical issues in the school curriculum, arising from developments in biomedical research: a research study of teachers*. London: Institute of Education, University of London.
- Levy, T., Matos, A., Mourão, J., Nunes, D., Queiroz, C. & Serra, I. (1998). Sociedade, ciência e valores em democracia. In J.L. Alves (Ed.), *Ética e o futuro da democracia* (pp. 459-465). Lisboa: Edições Colibri/Sociedade Portuguesa de Filosofia.
- Lewenstein, B. V. (2001). Who produces science information for the public? In J. H. Falk (Ed.), *Free-choice science education: How we learn science outside of school* (pp. 21-43). New York: Teachers College Press.
- Liakopoulos, M. (2002). Pandora's Box or panacea? Using metaphors to create the public representations of biotechnology. *Public Understanding of Science*, 11, 5-32.
- Lickona, T. (1991). *Educating for character: How our schools can teach respect and responsibility*. New York: Bantam Books.
- Lincoln, Y. & Guba, E. (1985). *Naturalistic inquiry*. Newbury Park: Sage.
- Lock, R. (2002). Ethics and evidence. In J. Wallace & W. Louden (Eds.), *Dilemmas of science teaching: perspectives on problems of practice* (pp. 179-182). London: Routledge/Falmer.
- Loucks-Horsley, S., Hewson, P., Love, N. & Stiles, K. (1998). *Designing professional development for teachers of science and mathematics*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Loucks-Horsley, S., Stiles, K. & Hewson, P. (1996). *Principles of effective professional development for mathematics and science education: A synthesis of standards*. Madison: University of Wisconsin at Madison, National Institute for Science Education.
- Lowry, N. & Johnson, D. (1981). Effects of controversy on epistemic curiosity, achievement, and attitudes. *Journal of Social Psychology*, 115, 31-43.
- Ludke, M., & André, M. (1986). *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU.

- Lusk, A. B., & Weinberg, A. S. (1994). Discussing controversial topics in the classroom: creating a context for learning. *Teaching Sociology*, 22, 301-308.
- Magnusson, S., Krajcik, J. & Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In J. Gess-Newsome & N. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge* (pp. 95-132). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Manassero, M. & Vázquez, A. (2001). Actitudes de estudiantes y profesorado sobre las características de los científicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 255-268.
- Manassero, M., Vázquez, A. & Acevedo, J. (2001). *Avaluació dels temes de ciència, tecnologia i societat*. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears.
- Marcelo Garcia, C. (1999). *Formação de professores: Para uma mudança educativa*. Porto: Porto Editora.
- Marco Aurélio (s. d.). *Pensamentos*. Lisboa: Livros RTP.
- Martín Gordillo, M. & Osorio, C. (2003). Educar para participar en ciencia y tecnología. Un proyecto para la difusión de la cultura científica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 32, 165-210.
- Martins, I. (2002a). Literacia científica: dos mitos às propostas. In A. C. Coelho, A. F. Almeida, J. M. Carmo & M. N. Sousa (Eds.), *Educação em Ciência – VII Encontro Nacional* (pp. 2-10). Faro: Escola Superior de Educação, Universidade do Algarve.
- Martins, I. (2002b). Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(1), 1-13.
- Massarani, L. & Moreira, I. C. (2002). O clone [The clone]. *Public Understanding of Science*, 11, 207-208.
- Matthews, B. (1994). What does a chemist look like? *Education in Chemistry*, 31(5), 127-129.
- Matthews, B. & Davies, D. (1999) Changing children's images of scientists: can teachers make a difference? *School Science Review*, 80(293), 79-85.

- Matthews, M. (1994). *Science teaching: The role of history and philosophy of science*. New York: Routledge.
- Matthews, M. (2000). Forward and introduction. In W. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. xi-xxi). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Maxwell, J. A. (1998). Designing a qualitative study. In L. Bickman & D. J. Rog (Eds.), *Handbook of applied research methods* (pp. 69-100). London: Sage.
- McComas, W. F. (2000). The principal elements of the nature of science: Dispelling the myths. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 53-70). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- McComas, W., Clough, P. & Almazroa, H. (2000). The role and character of the nature of science in science education. In W. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 3-39). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- McGinnis, J. & Simmons, P. (1999). Teachers' perspectives of teaching science-technology-society in local cultures: A socio-cultural analysis. *Science Education*, 83, 179-211.
- McRobbie, C. & Tobin, K. (1995). Restraints to reform: The congruence of teacher and students actions in a chemistry classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(4), 373-385.
- Mead, M. & Métraux, R. (1957). Image of the scientist among high-school students: A pilot study. *Science*, 126, 384-390.
- Meichtry, Y. (1992). Influencing student understanding of the nature of science: Data from a case of curriculum development. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 389-407.
- Mellado, V. (1997). Preservice teachers' classroom practice and their conceptions of the nature of science. *Science Education*, 6(4), 331-354.
- Mellado, V. (1998). The classroom practice of preservice teachers and their conceptions of teaching and learning science. *Science Education*, 82(2), 197-214.
- Mellado, V. (2001). Por que a los profesores de ciências nos cuesta tanto cambiar nuestras concepciones y modelos didácticos? *Alambique*, 40, 17-30.

- Mellado, V. (2003). Cambio didáctico del profesorado de ciências experimentales y filosofía de la ciência. *Enseñanza de las Ciências*, 21(3), 343-358.
- Membriela, P. (1995). Ciência-Tecnología-Sociedad en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias experimentales. *Alambique*, 3, 7-11.
- Merriam, S. B. (1988). *Case study research in education: a qualitative approach*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Merseth, K. (1996). Cases and case methods in teacher education. In J. Sikula (Ed.), *Handbook of research on teacher education* (2nd ed.; pp. 722-744). New York: Macmillan.
- Miguéns, M., Serra, P., Simões, H., & Roldão, M. C. (1996). *Dimensões formativas de disciplinas do ensino básico: ciências da natureza*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- Millar, R. (1997). Science education for democracy: What can the school curriculum achieve? In R. Levinson & J. Thomas (Eds.), *Science today: Problem or crisis?* (pp. 87-101). London: Routledge.
- Millar, R. (2000). Science for public understanding: Developing a new course for 16-18 year old students. In R.T. Cross & P.J. Fensham (Eds.), *Science and the citizen for educators and the public* (pp. 201-214). Melbourne: Arena Publications.
- Millar, R. (2002). Towards a science curriculum for public understanding. In S. Amos & R. Boohan (Eds.), *Teaching science in secondary schools* (pp. 113-128). London: Routledge/Falmer and The Open University.
- Millar, R. & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. London: Kings College.
- Miller, J. (1988). The five percent problem. *American Scientist*, 76, 148-157.
- Miller, J. (1991). *The public understanding of science and technology in the US: Report to the USNSF*. Dekalb: National Opinion Research Center, University of Chicago.
- Ministério da Educação (1991a). *Organização curricular e programas do ensino secundário: Ciências da terra e da vida, biologia e geologia*. Lisboa: Autor.
- Ministério da Educação (1991b). *Programa de ciências da terra e da vida (10º e 11º anos)*. Lisboa: Autor.

- Ministério da Educação (2001a). *Currículo nacional para o ensino básico*. Lisboa: Autor.
- Ministério da Educação (2001b). *Programa de biologia e geologia para os 10º e 11º anos do curso geral de ciências naturais*. Lisboa: Autor.
- Mitchener, C. & Anderson, R. (1989). Teachers' perspective: Developing and implementing an STS curriculum. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(4), 351-369.
- Monk, M. & Dillon, J. (2000). The nature of scientific knowledge. In R. Millar, J. Leach & J. Osborn (Eds.), *Good practice in science teaching: What research has to say* (pp. 72-87). Buckingham: Open University Press.
- Morse, J. M. (1994). Designing funded qualitative research. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research* (pp. 220-235). Thousand Oaks : Sage Publications.
- Mucchielli, R. (1974/1988). *L'analyse de contenu des documents et des communications*, (6ª ed). Paris: ESF-Entreprise.
- Munby, H. (1976). Some implications of language in science education. *Science Education*, 60, 115-124.
- Munn, P. & Drever, E. (1995). *Using questionnaires in small-scale research: a teacher guide*. Edinburgh: The Scottish Council for Research in Education.
- National Commission on Teaching and America's Future (1996). *What matters most: Teaching for America's Future*. New York: Teachers College Columbia University.
- Nelkin, D. (Ed.)(1992). *Controversy: politics of technical decisions*. London: Sage Publications.
- Nelkin, D. (1995a). *Selling science: How the press covers science and technology*. New York: W. H. Freeman and Company.
- Nelkin, D. (1995b). Science controversies: The dynamics of public disputes in the US. In S. Jasanoff, G. Markle, J. Petersen & T. Pinch (Eds.), *Handbook of science and technology studies* (pp. 444-456). Thousand Oaks: Sage.
- Newton, P. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, 21(5), 553-576.

- Norris, S. (1997). Intellectual independence for nonscientists and other content-transcendent goals of science education. *Science Education*, 81, 239-268.
- Norris, S. & Phillips, L. (1994). Interpreting pragmatic meaning when reading reports of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 947-967.
- Nóvoa, A. (1991). Concepções e práticas de formação contínua. In J. Tavares. (Ed.), *Formação contínua de professores: realidades e perspectivas* (pp. 15-38). Aveiro: Universidade de Aveiro.
- NRC, National Research Council (1996). *National science education standards*. Washington: National Academic Press.
- Oppenheim, A. N. (1992). *Questionnaire design, interviewing and attitude measurement*. London: Pinter Publishers.
- Osborne, J. (2000). Science for citizenship. In M. Monk & J. Osborne (Eds.), *Good practice in science teaching* (pp. 225-240). Buckingham: Open University Press.
- Osborne, J. & Young, A. (1998). The biological effects of ultra-violet radiation: A model for contemporary science education? *Journal of Biological Education*, 33(1), 10-15.
- Paixão, F. (1998). *Da construção do conhecimento didáctico na formação de professores de ciências. Conservação de massa nas reacções químicas: um estudo de índole epistemológica*. Aveiro: Universidade de Aveiro. [Tese de doutoramento, documento policopiado].
- Paixão, F. & Cachapuz, A. (1999a). *Challenges on science teacher education for the new century: An approach based on the epistemology of curricular themes*. Comunicação apresentada na 24th ATEE Annual Conference, Leipzig (Alemanha). [Documento policopiado]
- Paixão, F. & Cachapuz, A. (1999b). Novas perspectivas na formação de professores de ciências: Um programa de investigação-acção baseado no estudo epistemológico de um tema. In Coelho, A. C., Almeida, A. F., Carmo, J. M. & Sousa, M. N. (Eds.), *Actas do VII Encontro Nacional de Educação em Ciências* (pp. 422-432). Faro: Universidade do Algarve, Escola Superior de Educação.
- Parker, W. & Hess, D. (2001). Teaching with and for discussion. *Teaching and Teacher Education*, 17, 273-289.

- Patton, M. (1980). *Qualitative evaluation methods*. Newbury Park: Sage.
- Pedretti, E. (2003). Teaching science, technology, society and environment (STSE) education: Preservice teachers' philosophical and pedagogical landscapes. In D. L. Zeidler (Ed.), *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education* (pp. 219-239). Dordrecht: Kluwer Academic Press.
- Pella, M., O'Hearn, G. & Gale, C. (1966). Referents to scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 4, 199-208.
- Pellechia, M. (1997). Trends in science coverage: a content analysis of three US newspapers. *Public Understanding of Science*, 6, 49-68.
- Penick, J. (1993). Instrucción en el aula desde un enfoque CTS: Nuevas metas requieren nuevos métodos. In C. Palacios, D. Ansoleaga & A. Ajo (Eds.), *Diez años de investigación e innovación en enseñanza de las ciencias* (pp. 439-458). Madrid: CIDE/MEC.
- Perrenoud, P. (1993). *Práticas pedagógicas, profissão docente e formação: Perspectivas sociológicas*. Lisboa: Publicações Dom Quixote e Instituto de Inovação Educacional.
- Perret-Clermont, A.-N. (1976/78). *Desenvolvimento da inteligência e interação social*. Lisboa: Instituto Piaget. [Tradução da tese de doutoramento defendida em 1976, na Universidade de Genebra].
- Perret-Clermont, A.N. & Mugny, G. (1985). En guise de conclusion: Effets sociologiques et processus didactique. In G. Mugny (Ed.), *Psychologie sociale du développement cognitif* (pp. 251-261). Bern: Peter Lang.
- Ponte, J. P. (1994a). *Saberes profissionais, renovação curricular e prática lectiva*. Comunicação apresentada nas I Jornadas sobre formação del profesorado de ciencias y matemática en España y Portugal, Badajoz (Espanha). Disponível em <http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/>
- Ponte, J. P. (1994b). O desenvolvimento profissional do professor de matemática. *Educação e Matemática*, 31, 9-12 e 20.
- Ponte, J. P. (1994c). O estudo de caso na investigação em educação matemática. *Quadrante*, 3(1), 3-17.

- Ponte, J. P. (1998). Da formação ao desenvolvimento profissional. *Actas do ProfMat* 98 (pp. 27-44). Lisboa: APM.
- Ponte, J. P. (1999). Teacher education and investigations into teachers' beliefs. In K. Krainer & F. Goffree (Eds.), *On research in teacher education: From a study of teaching practices to issues in teacher education* (pp. 43-49). Osnabruck: Forschungsinstitut fur Mathematikdidaktik.
- Ponte, J. P. & Oliveira, H. (2002). Remar contra a maré: A construção do conhecimento e da identidade profissional na formação inicial. *Revista de Educação*, 11(2), 145-163.
- Praia, J. & Cachapuz, A. (1998). Concepções epistemológicas dos professores portugueses sobre o trabalho experimental. *Revista Portuguesa de Educação*, 11(1), 71-85.
- Preskill, S. & Jacobvitz, R. (2001). *Stories of teaching: A foundation for educational renewal*. Upper Saddle River: Merrill Prentice Hall.
- Prewitt, K. (1983). Scientific literacy and democratic theory. *Daedalus*, 96(Spring), 49-65.
- Putnam, R. & Borko, H. (2000). What do new views of knowledge and thinking have to say about research on teaching learning? *Educational Researcher*, 29(1), 4-15.
- Queiroz, C. (1998). A ciência em debate. In J. L. Alves (Ed.), *Ética e o futuro da democracia* (pp. 451-458). Lisboa: Edições Colibri.
- Ramsey, J. (1989). Curricular framework for community-based STS issue instruction. *Education and urban society*, 22(1), 40-53.
- Ramsay, J. (1993). The science education reform movement: Implications for social responsibility. *Science Education*, 72(2), 235-258.
- Reis, P. (1997a). *A promoção do pensamento através da discussão dos novos avanços na área da biotecnologia e da genética*. Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. [Tese de mestrado, documento policopiado].
- Reis, P. (1997b). Actividades de discussão e reflexão sobre assuntos controversos. *Didácticas/Metodologias da Educação* (pp. 145-154). Braga: Departamento de Metodologia da Educação, Universidade do Minho.

- Reis, P. (1998). Actividades de discussão na sala de aula. *Noesis*, 45, 58-59.
- Reis, P. (1999a). Hipermedia nas ciências da natureza: GENET – Fórum de discussão de assuntos controversos na área da biotecnologia. *Actas do 2º Encontro Internacional Artibytes – Cenários Interactivos Arte e Tecnologia* (pp. 159-164). Santarém: Escola Superior de Educação.
- Reis, P. (1999b). O projecto “GENET”: Biotecnologia, controvérsias e internet. In Coelho, A. C., Almeida, A. F., Carmo, J. M. & Sousa, M. N. (Eds.), *Actas do VII Encontro Nacional de Educação em Ciências* (pp. 454-458). Faro: Universidade do Algarve, Escola Superior de Educação.
- Reis, P. (1999c). A discussão de assuntos controversos no ensino das ciências. *Inovação*, 12, 107-112.
- Reis, P. (2001). O ensino das ciências através da discussão de controvérsias: realidade ou ficção? In B. D. Silva e L. S. Almeida (Eds.), *Actas do VI Congresso Galaico-Português de Psicopedagogia* (pp. 367-379). Braga: Centro de Estudos em Educação e Psicologia da Universidade do Minho.
- Reis, P. (2002)(Coord.). *Trabalho colaborativo e melhoria da qualidade do ensino*. Lisboa: Projecto Interação e Conhecimento. [Relatório científico do projecto SIQE – Medida 2 – nº5/2001 elaborado para o Instituto de Inovação Educacional].
- Reis, P. (2003a). Os professores e a controvérsia em ciências. In A. Neto, J. Nico, J.C. Chouriço, P. Costa & P. Mendes (Eds.), *Didácticas e metodologias da educação: Percursos e desafios* (pp. 723-731). Évora: Universidade de Évora, Departamento de Pedagogia e Educação.
- Reis, P. (2003b). *O “admirável mundo novo” em discussão*. Lisboa: Ministério da Educação, Instituto de Inovação Educacional.
- Reis, P. & Galvão, C. (in press). The Impact of Socio-Scientific Controversies in Portuguese Natural Science Teachers’ Conceptions and Practices. *Research in Science Education*.
- Reis, P. & Pereira, M. (1998). Discutindo o “admirável mundo novo”. *Inovação*, 3, 45-59.
- Resnick, L. (1987). *Education and learning to think*. Washington: National Academy Press.

- Resnick, L. (1991). Shared cognition: Thinking as social practice. In L. Resnick, J. Levine & S. Teasley (Eds.), *Perspectives on socially shared cognition* (pp. 1-20). Washington: American Psychological Association.
- Roldão, M. C. (1995). *O director de turma e a gestão curricular*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- Roldão, M. C. (1998). Currículo: um processo de construção, gestão e formação reflexiva centrado na escola. In G. Cebola & M. Pinheiro (Eds.), *Desenvolvimento curricular em matemática* (pp. 31-39). Lisboa: SEM-SPCE.
- Roldão, M. C. (1999). *Gestão curricular: Fundamentos e práticas*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento da Educação Básica.
- Rose, C. (2003). How to teach biology using the movie science of cloning people, resurrecting the dead, and combining flies and humans. *Public Understanding of Science*, 12(3), 289-296.
- Rosenthal, D. (1989). Two approaches to STS education. *Science Education*, 73(5), 581-589.
- Roth, W.-M. (2001). *Learning science in/for community*. Comunicação apresentada no Congreso Enseñanza de las Ciencias, Barcelona (Espanha). [Documento policopiado]. Disponível em <http://www.educ.uvic.ca/faculty/mroth/>
- Roth, W.-M. & Lee, S. (2002). Scientific literacy as collective praxis. *Public Understanding of Science*, 11, 33-56.
- Roth, W.-M., & Tobin, K. (2002). *At the elbow of another: Learning to teach by coteaching*. New York: Peter Lang.
- Rudduck, J. (1979). *Learning to teach through discussion*. University of East Anglia: CARE Publications.
- Rudduck, J. (1986). A strategy for handling controversial issues in the secondary school. In J. J. Wellington (Ed.), *Controversial issues in the curriculum* (pp. 6-18). Oxford: Basil Blackwell.
- Ryan, A. (1987). High-school graduates' beliefs about science-technology-society. IV. The characteristics of scientists. *Science Education*, 71(4), 489-510.
- Ryan, A. & Aikenhead, G. (1992). Students' preconceptions about the epistemology of science. *Science Education*, 76(6), 559-580.

- Ryder, J., Leach, J. & Driver, R. (1999). Undergraduate science students' images of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 201-220.
- Sadler, T. & Zeidler, D. (2004). The morality of socioscientific issues: construal and resolution of genetic engineering dilemmas. *Science Education*, 88(1), 4-27.
- Santos, E. (1994). *Área escola/escola – Desafios interdisciplinares*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Santos, E. & Valente, O. (1997). O ensino da ciência/tecnologia/sociedade no currículo, nos manuais e nos media. In E. Santos et al., *Ensino das ciências* (pp. 9-44). Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- SCCC, Scottish Consultative Council on the Curriculum (1996). Science education in Scottish schools: Looking to the future. Broughty Ferry: Author.
- Schibeci, R. & Sorensen, I. (1983). Elementary school children's perceptions of scientists. *School Science and Mathematics*, 83(1), 14-20.
- Schön, D. (1983). *The reflective practitioner*. London: Basic Books.
- Schön, D. (1987). *Educating the reflective practitioner*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Schön, D. (1992). Formar professores como profissionais reflexivos. In A. Nóvoa (Ed.), *Os professores e a sua formação* (pp. 79-92). Lisboa: D. Quixote e Instituto de Inovação Educacional.
- Schwartz, R. & Lederman, N. (2002). "It's the nature of the beast": The influence of knowledge and intentions on learning and teaching nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(3), 205-236.
- Serpell, Z. & Bozeman, L. (1999). *Beginning teacher induction: A report on beginning teacher effectiveness and retention*. East Lansing: Michigan State University, NPEAT.
- Serrazina, L. (1998). *Teacher's professional development in a period of radical change in primary mathematics education in Portugal*. Lisboa: APM. [Tese de doutoramento, Universidade de Londres]
- Shamos, M. H. (1995). *The myth of scientific literacy*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.
- Shibley Jr., I. (2003). Using newspapers to examine the nature of science. *Science & Education*, 12, 691-702.

- Showers, B. & Joyce, B. (1996). The evolution of peer coaching. *Educational Leadership*, 53(6), 12-16.
- Shulman, J. (1992)(Ed.). *Case methods in teacher education*. New York: Teachers College Press.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1-22.
- Shulman, L. (1992). Toward a pedagogy of cases. In J. H. Shulman (Ed.), *Case methods in teacher education* (pp. 1-30). New York: Teachers College Press.
- Silva, J. F., Emídio, M. T. & Grilo, E. M. (1988). *Proposta de reorganização curricular dos ensinos básico e secundário: relatório final (1ª e 2ª fases)*. Lisboa: GEP.
- Simons, R.-J., van der Linden, J. & Duffy, T. (2000). New learning: Three ways to learn in a new balance. In R.-J. Simons, J. van der Linden & T. Duffy (Eds.), *New learning* (pp. 1-20). Dordrecht: Kluwer.
- Simmons, M. & Zeidler, D. (2003). Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific issues. In D. L. Zeidler (Ed.), *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education* (pp. 81-94). Dordrecht: Kluwer Academic Press.
- Simpson, M. & Tuson, J. (1995). *Using observations in small-scale research: a beginner's guide*. Edinburgh: Scottish Council for Research in Education.
- Smith, F. (1990). *Pensar*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Smith, K., Johnson, D. & Johnson, R. (1984). Effects of controversy on learning in cooperative groups. *Journal of Social Psychology*, 122, 199-209.
- Solomon, J. (1992). The classroom discussion of science-based social issues presented on television: knowledge, attitudes and values. *International Journal of Science Education*, 14, 431-444.
- Solomon, J. (1993). *Teaching science, technology and society*. Buckingham: Open University Press.
- Solomon, J. (1994a). Group discussions in the classroom. In R. Levinson (Ed.), *Teaching science* (pp. 76-84). London: Routledge.

- Solomon, J. (1994b). Pupils' images of scientific epistemology. *International Journal of Science Education*, 16(3), 361-373.
- Solomon, J. (1998). About argument and discussion. *School Science Review*, 80(291), 57-62.
- Solomon, J. & Aikenhead, G. (Eds.)(1994). *STS education: International perspectives on reform*. New York: Teachers College Press.
- Solomon, J., Duveen, J., Scott, L. & McCarthy, S. (1992). Teaching about the nature of science through history: action research in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 409-421.
- Solomon, J. & Thomas, J. (1999). Science education for the public understanding of science. *Studies in Science Education*, 33, 61-90.
- Songer, N. & Linn, M. (1991). How do students' views of science influence knowledge integration? *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 761-784.
- Sorsby, B. (2000). The irresistible rise of the nature of science in science curricula. In J. Sears & P. Sorensen (Eds.), *Issues in science teaching* (pp. 23-30). London: Routledge/Falmer.
- Spears, J. & Zollman, D. (1977). The influence of structured versus unstructured laboratory on students' understanding the process of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 14, 33-38.
- SRC, Science Research Council (1984). *Science for every citizen: Educating Canadians for tomorrow's world, Summary Report N° 36*. Ottawa: Author.
- Stake, R. (1981). Case study methodology: an epistemological advocacy. In W. Welsh (Ed.), *Case study methodology in educational evaluation*. Minneapolis: Minnesota Research and Evaluation Center.
- Stake, R. (1994). Case studies. In N. Denzin & Y. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research* (pp. 236-247). London: Sage.
- Stenhouse, L. (1970). *The humanities project: an introduction*. London: Heinemann.
- Stofflett, R. & Stoddart, T. (1994). The ability to understand and use conceptual change pedagogy as a function of prior content learning experience. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(1), 31-51.

- Stradling, R. (1984). The teaching of controversial issues: an evaluation. *Educational Review*, 36(2), 121-129.
- Stradling, R., Noctor, M. & Bains, B. (1984). *Teaching controversial issues*. London: Arnold.
- Sykes, G. & Bird, T. (1992). Teacher education and the case idea. *Review of Research in Education*, 18, 457-521.
- Szanto, T. R. (1993). Value communities in science: The recombinant DNA case. In T. Brante, S. Fuller & W. Lynch (Ed.), *Controversial science. From content to contention* (pp. 241-263). New York: State University of New York Press.
- Tal, R., Dori, Y., Keiny, S. & Zoller, U. (2001). Assessing conceptual change of teacher involved in STES education and curriculum development. The STEM project approach. *International Journal of Science Education*, 23(3), 247-262.
- Tamir, P. (1988). Subject matter and related pedagogical knowledge in teacher education. *Teaching & Teacher Education*, 4, 99-110.
- Thier, H. & Nagle, B. (1996). *Issues, evidence, and you--obtain your own evidence*. Comunicação apresentada no 8º Simpósio da International Organization for Science and Technology Education (IOSTE), Edmonton (Canadá). [Documento policopiado]
- Thomas, J. (1997). Informed ambivalence: Changing attitudes to the public understanding of science. In R. Levinson & J. Thomas (Eds.), *Science today: Problem or crisis?* (pp. 163-172). Londres: Routledge.
- Thomas, G. & Durant, J. (1987). Why should we promote the public understanding of science? *Scientific Literacy Papers*, 1, 1-14.
- Thompson, A. G. (1992). Teachers' beliefs and conceptions: A synthesis of the research. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 127-146). New York: Macmillan Publishing Company.
- Tjosvold, D., Johnson, D. & Lerner, J. (1981). Effects of affirmation of one's competence, personal acceptance, and disconfirmation of one's competence on incorporation of opposing information on problem-solving. *Journal of Social Psychology*, 114, 103-110.
- Tobin, K. (1993). Referents for making sense of science teaching. *International Journal of Science Education*, 15(3), 241-254.

- Tobin, K. & Espinet, M. (1989). Impediments to change: applications of coaching in high school science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(2), 105-120.
- Tobin, K. & McRobbie, C. (1997). Beliefs about the nature of science and the enacted science curriculum, *Science & Education*, 6, 331-354.
- Tobin, K., Roth, W.-M. & Zimmermann, A. (2001). Learning to teach science in urban schools. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(8), 941-964.
- UNESCO (1983). *Science for all*. Bangkok: Author.
- Valente, O. (1995). O ensino das ciências e a formação pessoal e social dos jovens. In M. Miguéns (Ed.), *Educação em ciências da natureza: actas do V Encontro Nacional de Docentes* (pp. 15-20). Portalegre: Escola Superior de Educação de Portalegre.
- Valente, O. (1996). O ensino das ciências em Portugal. *Revista de Educação*, 6(1), 103-104.
- van Rooy, W. (1999). *Controversial biological issues: An exploratory tool for accessing teacher thinking in relation to classroom practice*. Comunicação apresentada no encontro anual da National Association for Research in Science Teaching, Bóston (E.U.A.). [Documento policopiado]
- Vaz, E. & Valente, O. (1995). Atmosfera CTS nos currículos e manuais. *Noesis*, 34, 22-27.
- Vázquez, A. & Manassero, M. (1997). *Actitudes y valores relacionados con la ciencia, la tecnología y la sociedad en alumnado y profesorado. Implicaciones para la educación de las actitudes. Memoria final de investigación*. Madrid: MEC/CIDE.
- Vázquez, A. & Manassero, M. (1999). Response and scoring models for the “Views on Science-Technology-Society” instrument. *International Journal of Science Education*, 21(3), 231-247.
- Vázquez, A. & Manassero, M. (1999). Características del conocimiento científico: creencias de los estudiantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), 377-395.
- Vilches, A. & Furió, C. (1999). *Ciencia, tecnología, sociedad: Implicaciones en la educación científica para el siglo XXI*. Comunicação apresentada no I

- Congresso Internacional de Didáctica das Ciências, La Habana (Cuba). Disponível em <http://www.campus-oei.org/salactsi/ctseduacion.htm#aa>.
- von Glasersfeld, E. (1993). Questions and answers about radical constructivism. In K. Tobin (Ed.), *The practice of constructivism in science education* (pp. 23-28). Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society*. Cambridge: Harvard University Press. [Original publicado em russo em 1932]
- Wang, H. & Schmidt, W. (2001). History, philosophy and sociology of science in science education: Results from the third international mathematics and science study. *Science and Education*, 10, 51-70.
- Weingart, P., Muhl, C. & Pansegrau, P. (2003). Of power maniacs and unethical geniuses. *Public Understanding of Science*, 12(3), 279-288.
- Weiss, E. & Weiss, S. (1999). *Beginning teacher induction*. Washington, DC: ERIC Digest, ERIC Clearinghouse on Teaching and Teacher Education, AACTE. ED436487
- Wellington, J. (Ed.)(1986). *Controversial issues in the curriculum*. Oxford: Basil Blackwell.
- Wellington, J. (1990). Formal and informal learning in science: The role of the interactive centers. *Physics Education*, 25, 247-252.
- Wellington, J. (1991). Newspaper science, school science: Friends or enemies? *International Journal of Science Education*, 13, 363-372.
- Wellington, J. (1994). *How far should the post-16 curriculum be determined by the needs of employers?* Curriculum Journal, 5, 307-321).
- Wellington, J. (2001). What is science education for? *Canadian Journal of Science, Mathematics & Technology Education*, 1(1), 23-38.
- Yerrick, R. (2000). Lower track science students' argumentation and open inquiry instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 807-838.
- Yin, R. (1989). *Case study research: design and methods*. London: Sage Publications.
- Zeichner, K. (1993). *A formação reflexiva de professores: Ideias e práticas*. Lisboa: Educa.

- Zeidler, D. (2003). *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education*. Dordrecht: Kluwer Academic Press.
- Zeidler, D. & Keefer, M. (2003). The role of moral reasoning and the status of socioscientific issues in science education. In D. L. Zeidler (Ed.), *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education* (pp. 7-33). Dordrecht: Kluwer Academic Press.
- Zeidler, D. & Lederman, N. (1989). The effects of teachers' language on students' conceptions of the nature of sciences. *Journal of Research in Science Teaching*, 26, 771-783.
- Zeidler, D. & Lewis, J. (2003). Unifying themes in moral reasoning on socioscientific issues and discourse. In D. L. Zeidler (Ed.), *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education* (pp. 289-306). Dordrecht: Kluwer Academic Press.
- Zeidler, D., Walker, K., Ackett, W. & Simmons, M. (2003). Tangled up views: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. *Science Education*, 86(3), 343-367.
- Ziman, J. (1980). *Teaching and learning about science and society*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ziman, J. (1984). *An introduction to science studies: the philosophical and social aspects of science and technology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ziman, J. (1994). The rationale of STS education is in the approach. In J. Solomon & G. Aikenhead (Ed.), *STS education: International perspectives on reform* (pp. 21-31). New York: Teachers College Press.
- Zimmerman, C., Bisanz, G. & Bisanz, J. (1999). *What's in print, experts' advice, and students' need to know*. Comunicação apresentada no Encontro Anual da National Association for Research in Science Teaching (NARST), Bóston (USA). Disponível em <http://www.educ.sfu.ca/narstsite/conference/zimmermanetal/zimmermanetal.html>
- Zohar, A. & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 35-62.

Zoller, U., Donn, S., Wild, R. & Beckett, P. (1991). Students' versus teachers' beliefs and positions on science/technology/society-oriented issues. *International Journal of Science Education*, 13(1), 25-36.

ANEXOS

ANEXO 1

QUESTIONÁRIO Q1

QUESTIONÁRIO SOBRE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Data ____/____/____

Este questionário pretende identificar as tuas ideias sobre ciência e tecnologia. As tuas respostas são muito importantes. Obrigado!

1.1 Nome _____ 1.2 Idade ____ 1.3 Ano que frequentas _____

2.1 Indica três palavras que associes a ciência.

2.2 Indica três palavras que associes a tecnologia.

2.1 Nos últimos anos, várias questões científicas e/ou tecnológicas têm sido marcadas pela controvérsia e por fortes discussões. Lembras-te de algumas?

2.2 Qual é a tua opinião sobre estas questões polémicas?

2.3 Nas tuas aulas de Ciências Naturais já abordaram/discutiram alguma questão polémica relacionada com ciência e tecnologia? Em caso afirmativo, indica qual (ou quais).

2.4 Na tua opinião, quem contribui para o teu esclarecimento acerca destas questões científicas polémicas?

Obrigado pelas tuas respostas!

ANEXO 2

QUESTIONÁRIO Q2

QUESTIONÁRIO SOBRE A DISCIPLINA DE C.T.V. Data ____/____/____

Este questionário pretende recolher a tua opinião acerca da disciplina de C.T.V. As tuas respostas são muito importantes. Obrigado!

1.1 Nome _____ 1.2 Idade ____ 1.3 Ano que frequentas _____

2.1 Na tua opinião, qual é a utilidade da disciplina de Ciências da Terra e da Vida?

2.2 Quais são as actividades de sala de aula que consideras mais adequadas à aprendizagem das Ciências da Terra e da Vida? Por quê?

2.3 O que esperas de um(a) professor(a) de Ciências da Terra e da Vida?

2.4 Imagina e descreve uma aula ideal de Ciências da Terra e da Vida.

Obrigado pelas tuas respostas!

ANEXO 3

GUIÃO DA ENTREVISTA EP1

1. Dados pessoais

- a) Tempo de serviço
- b) Formação académica
- c) Percurso profissional
- d) Grupos ou associações profissionais a que pertence
- e) Cargos que desempenha
- f) Número de anos de ensino na escola actual
- g) Descrição da escola em que lecciona
- h) Caracterização da escola e dos alunos com que trabalha
- i) Caracterização do seu grupo disciplinar
- j) Níveis e disciplinas que lecciona
- k) Quais os momentos mais marcantes da sua actividade como professor(a)?

2. Auto-conceito como professor de Ciências Naturais

- a) Como se sente como professor de Ciências Naturais?
- b) Quais são as suas melhores qualidades como professor de Ciências Naturais?

3. Concepções sobre o ensino e a aprendizagem das Ciências Naturais

- a) Na sua opinião, quais são as principais razões para a inclusão das Ciências da Terra e da Vida no currículo do Ensino Secundário?
- b) Quais são as estratégias de ensino-aprendizagem que considera mais adequadas ao ensino das Ciências da Terra e da Vida? Quais as que utiliza?
- c) Que estratégias de sala de aula não costuma utilizar nas aulas de Ciências da Terra e da Vida? Por que razão não as utiliza?
- d) Como é que considera que os alunos aprendem ciência?
- e) Indique uma metáfora para o processo de ensino-aprendizagem.

4. Concepções sobre a natureza da ciência e da tecnologia

- a) Indique adjectivos que caracterizem a ciência.
- b) Indique adjectivos que caracterizem a tecnologia.
- c) Que ideias acerca da ciência pretende que os seus alunos construam?
- d) Considera que as teorias propostas pelos cientistas (por exemplo: a Teoria da Evolução proposta por Darwin) podem ser modificadas? [No caso de resposta afirmativa por parte dos entrevistados]: Se acha que as teorias científicas podem mudar, explique por que razão são ensinadas na escola.
- e) Existe alguma diferença entre conhecimento científico e opinião? Dê um exemplo que ilustre a sua resposta.
- f) Indique semelhanças e diferenças entre um cientista e um jornalista.

5. Controvérsias em torno da ciência e da tecnologia

- a) Nos últimos anos, várias questões científicas e/ou tecnológicas têm sido marcadas pela controvérsia. Lembra-se de algumas?
- b) Qual a sua opinião sobre estes assuntos?
- c) Estas controvérsias tiveram algum impacto sobre as suas ideias acerca da Ciência e da Tecnologia?
- d) Existem alguns tópicos dos programas de Ciências da Terra e da Vida centrados em assuntos controversos, ou seja, assuntos relativamente aos quais as pessoas se encontram divididas e que envolvem juízos de valor? Quais?
- e) Que estratégias utiliza para abordar estes assuntos na sala de aula? Descreva uma aula.
- f) Considera importante abordar estes assuntos? Por quê?

6. Concepções sobre a formação contínua

- a) Relativamente às acções de formação contínua que frequentou indique os temas, as modalidades de formação e as razões que a levaram a frequentar essas acções.

- b) Qual a sua opinião geral sobre as acções de formação que frequentou?
- c) Descreva a acção de formação de que mais gostou e explique as razões da sua opinião positiva.
- d) Descreva a acção de formação de que menos gostou e explique as razões da sua opinião negativa.
- e) Imagine e descreva a acção de formação ideal (modalidade, metodologias utilizadas, avaliação proposta...).
- f) Indique áreas ou temas relativamente aos quais sente necessidade de formação.

ANEXO 4

GUIÃO DA ENTREVISTA EP2

1. Quais os objectivos/finalidades gerais da unidade?
2. Descreva as actividades previstas para a unidade.
3. Quais os objectivos de cada uma das actividades previstas?
4. Quais as razões que a levaram a seleccionar estas actividades em vez de outras?
5. Que dificuldades espera encontrar? Espera que os alunos tenham alguma dificuldade? Explique a sua resposta.

ANEXO 5

GUIÃO DA ENTREVISTA EP3

1. Sente-se satisfeita com a forma como decorreram as aulas? Como avalia as aulas? As aulas decorreram conforme planeado? Os objectivos foram alcançados?
2. O comportamento/reacção dos alunos foi adequado(a)?
 - a. Se NÃO: Em que alturas? Por quê? Quais as causas?
 - b. Se SIM: Descreva o comportamento. Por que diz que foi adequado?
3. Da próxima vez que abordar estes temas fará algo de diferente? Por quê?
4. Com que finalidade/objectivos realizou a actividade...?
5. Quando e porquê começou a realizar este tipo de actividade na sala de aula?

ANEXO 6

GUIÃO PARA A DISCUSSÃO DOS ENREDOS DAS HISTÓRIAS DE FICÇÃO CIENTÍFICA DURANTE A ENTREVISTA EA

1. Por que razão escolheste este enredo para a tua história de ficção científica?
2. Qual é a tua opinião pessoal sobre o tema da história?
3. Qual é a proveniência da informação que utilizaste na história?
4. Acreditas que os cientistas são tal e qual como os descreveste?
5. Acreditas que os cientistas possuem certas características que os distinguem do resto da população? Na tua opinião, em que consiste o trabalho de um cientista? Quais são as motivações profissionais dos cientistas?
6. Qual é a tua opinião sobre o futuro da ciência e da tecnologia?

ANEXO 7

GUIÃO DA ENTREVISTA EP4

1. Consegue identificar alguma aprendizagem efectuada durante a oficina de formação? É capaz de dar exemplos?
2. Na sua opinião, quais foram os aspectos positivos da acção?
3. Na sua opinião, quais foram os aspectos negativos da acção?
4. Consegue identificar, ou prever, alguma repercussão da oficina de formação na sua actividade profissional? É capaz de dar exemplos?

ANEXO 8

RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DA ACÇÃO PELO CONSULTOR DE FORMAÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Os documentos que serviram de base à elaboração deste relatório são os seguintes: (a) programa da oficina de formação; (b) relatório de avaliação final da oficina de formação produzido pelo formador; (c) trabalhos elaborados pelos participantes, incluindo a aplicação na sala de aula de algumas das estratégias discutidas nesta oficina;

O presente relatório encontra-se dividido em quatro partes: (1) Introdução, onde se indicam os documentos que foram consultados para a sua elaboração e se explicita a estrutura deste documento; (2) Caracterização da oficina de formação, onde se apresentam brevemente a designação, formador, calendário, horário, duração, créditos, destinatários, número de participantes inscritos e que concluíram a oficina, objectivos, conteúdos e estrutura, metodologia, materiais e formas de avaliação propostas pelo formador; (3) Avaliação da acção de formação tendo em consideração a avaliação que foi feita pelos formandos, expressa em alguns dos trabalhos, e pelo formador, a adequação do tema ao público alvo, bem como a adequação das metodologias, materiais e formas de avaliação em função dos objectivos que tinham sido definidos, bem como a qualidade dos trabalhos produzidos pelos formandos; (4) Considerações finais, que incluem uma síntese crítica do parecer produzido.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ACÇÃO DE FORMAÇÃO

2.1. Caracterização geral

Designação: Oficina de formação – O Ensino das Ciências através da Discussão de Assuntos Controversos

Formador: Dr Pedro Guilherme da Rocha Reis

Calendário: 20 de Fevereiro de 2002 a 7 de Junho de 2002

Duração: 25 horas presenciais + 25 horas não presenciais

Créditos: 1 créditos (formandos que apenas realizaram as actividades conjuntas, durante as sessões presenciais); 2 créditos (formandos que também definiram estratégias para aplicação, na sala de aula, de temáticas consideradas nesta oficina de formação)

Destinatários: Professores do 11º Grupo B (Biologia e Geologia) do 3º Ciclo do Ensino Básico e do Ensino Secundário

Número de participantes: 10

Local de realização: Escola X

2.2. Objectivos

De acordo com o que é indicado pelo formador no programa desta oficina de formação, ela pretende contribuir para o desenvolvimento profissional de um grupo de professores da disciplina de Ciências da Terra e da Vida. Como tal, foi concebida para desencadear a reflexão sobre a natureza, o ensino e a aprendizagem da ciência.

Envolve um conjunto articulado de actividades que procuram:

- a) Identificar as concepções dos professores acerca destas temáticas;
- b) Promover a discussão dessas concepções através da realização de actividades e da análise/discussão de estudos de caso, de resultados de investigação sobre a temática e de trabalhos produzidos por alunos;
- c) Promover a construção de conhecimento acerca da importância da realização de actividades de discussão de assuntos controversos e de representação de papéis na construção, pelos alunos, de uma imagem de ciência de acordo

com as ideias actuais da epistemologia da ciência. Esta fase implica a vivência e a discussão deste tipo de actividades pelos participantes com o objectivo de construírem conhecimentos sobre a implementação de um ensino “com” e “para” a discussão. Algumas destas actividades poderão envolver a utilização de computadores e da Internet;

- d) Fomentar a concepção de materiais e o planeamento de actividades, adequadas às aulas de Ciências da Terra e da Vida, que integrem os conhecimentos construídos durante o curso e veiculem concepções acerca da natureza da ciência de acordo com as ideias actuais da epistemologia da ciência.
- e) Apoiar, acompanhar e avaliar a implementação destas actividades em contexto de sala de aula de forma a auxiliar na aplicação dos conhecimentos construídos no curso e a facilitar a ultrapassagem de eventuais dificuldades e a correcção de linhas de acção.
- f) Contribuir para a implementação de um ensino das Ciências que contemple as dimensões de educação para a cidadania, literacia científica e tomada de decisões previstas nas orientações curriculares actuais para esta área.

2.3. Conteúdos e estrutura da acção de formação

Mais uma vez, reportamo-nos aos elementos fornecidos pelo formador quer no programa da oficina quer na avaliação que sobre ela realizou, após a sua concretização. Qualquer dos documentos mencionados se encontra bastante detalhado e muito bem fundamentado.

No programa da oficina estava previsto que esta tivesse a seguinte estrutura global:

- a) sete sessões presenciais conjuntas de três horas (distribuídas pelos meses de Fevereiro e Março);

- b) uma fase de apoio e acompanhamento dos professores na implementação das unidades didáticas concebidas nas sessões presenciais (trabalho que se veio a prolongar até Maio);
- c) uma sessão de avaliação do trabalho desenvolvido (que veio a decorrer em Junho).

As sessões presenciais estavam calendarizadas da seguinte forma:

1ª Sessão: 20 de Fevereiro (Quarta-Feira) das 14.30 às 17.30 horas.

2ª Sessão: 22 de Fevereiro (Sexta-Feira) das 14.30 às 17.30 horas.

3ª Sessão: 27 de Fevereiro (Quarta-Feira) das 14.30 às 17.30 horas.

4ª Sessão: 1 de Março (Sexta-Feira) das 14.30 às 17.30 horas.

5ª Sessão: 8 de Março (Sexta-Feira) das 14.30 às 17.30 horas.

6ª Sessão: 15 de Março (Sexta-Feira) das 14.30 às 17.30 horas.

7ª Sessão: 22 de Março (Sexta-Feira) das 14.30 às 17.30 horas.

A estrutura destas sessões presenciais está descrita pelo formador, de forma pormenorizada, no relatório de avaliação que elaborou, tendo essencialmente 5 grandes momentos:

1. Uma introdução ao trabalho a desenvolver, que começou com a apresentação dos participantes, a definição da calendarização dos trabalhos e a apresentação das temáticas, metodologias, actividades e critérios de avaliação (Início da Sessão 1);
2. Uma reflexão sobre a origem e o impacto das concepções dos professores e alunos sobre a natureza da ciência e o ensino e a aprendizagem da ciência (Sessões 1 e 2);
3. A natureza da ciência e a prática de sala de aula (Sessões 3, 4 e 5);
4. Planeamento de actividades e construção de materiais (Sessões 6 e 7);

5. Partilha de experiências (Sessão 8)

Entre a Sessão Conjunta 7 e a Sessão Conjunta 8 realizaram-se sessões de acompanhamento individual para apoio dos professores na implementação de actividades junto dos seus alunos, procurando detectar as dificuldades que fossem surgindo e arranjar soluções para que elas pudessem ser ultrapassadas.

Os conteúdos a serem tratados ao longo destas sessões, e a serem posteriormente aplicados pelos formandos, estão claramente enunciados pelo formador:

Sessões Conjuntas 1 e 2

Reflexão sobre a origem e o impacto das concepções de professores e alunos sobre a natureza da ciência e o ensino e a aprendizagem da ciência

1. Identificação de concepções dos professores participantes e dos respectivos alunos acerca da natureza da ciência e do ensino e da aprendizagem da ciência.
 - a. Discussão dos “conceitos de literacia científica” defendidos por cada formando.
 - b. Actividade: “Troca de cartões”.
 - c. Análise de algumas de histórias de ficção científica construídas pelos alunos (dos formandos) e discussão das concepções sobre a natureza da ciência subjacentes.
 - d. Reflexão centrada em algumas das respostas dos alunos (dos formandos) a dois questionários sobre a natureza, o ensino e a aprendizagem da ciência.
2. Possíveis origens das concepções acerca da natureza, do ensino e da aprendizagem da ciência.
 - e. Discussão livre acerca de possíveis origens das concepções de professores e alunos.

- f. Reflexão sobre a eventual contribuição (1) dos manuais escolares; (2) dos programas de Ciências da Terra e da Vida; (3) das práticas de sala de aula; (4) do discurso dos professores; (5) de notícias de jornais e artigos de revistas; (6) de programas de televisão; e (7) de filmes, na veiculação de concepções acerca da natureza, do ensino e da aprendizagem da ciência. Esta discussão foi aprofundada com a discussão de um texto com excertos de artigos sobre a temática.
3. Relações entre as concepções dos professores acerca da natureza da ciência e do ensino e da aprendizagem em ciência e as suas práticas de sala de aula?
- g. Actividade de reflexão sobre a eventual relação entre concepções e práticas de sala de aula: Será que as nossas práticas de sala de aula estão de acordo com as nossas concepções? Esta reflexão foi “alimentada” pela análise de um texto em que dois professores falam acerca das suas ideias acerca da natureza e do ensino e da aprendizagem da ciência e das suas práticas de sala de aula.
 - h. Discussão de razões para a eventual discrepância entre concepções e práticas.
 - i. Análise e discussão de um texto com excertos de artigos sobre a relação entre as concepções dos professores de ciências e as suas práticas de sala de aula.

Sessões Conjuntas 3, 4 e 5

A natureza da ciência e a prática de sala de aula

4. Actividades práticas para discussão de concepções acerca da natureza da ciência.
- j. Actividade: “Fósseis reais; ciência real”.
 - k. Actividade: “O tubo”.

5. Os mitos acerca da ciência. Apresentação e discussão das concepções alternativas mais frequentes acerca da natureza da ciência. Esta discussão foi aprofundada com um texto sobre alguns dos mitos acerca da ciência mais referidos na literatura de epistemologia da ciência.
6. As actividades de discussão de assuntos controversos em ciência na promoção de reflexão acerca da natureza da ciência.
 - I. Realização de actividades de discussão de assuntos controversos e de representação de papéis com os participantes
 - i. Actividade: “Co-incinerar ou não co-incinerar; eis a questão!” (actividade de pesquisa e discussão – fundamentada com artigos, relatórios e documentos – sobre as diferentes perspectivas acerca da problemática da co-incineração).
 - ii. Actividade sobre clonagem (actividade de representação de papéis fundamentados através de pesquisa sobre diferentes perspectivas acerca desta problemática).
 - iii. Actividade “Analisando *cartoons*” (actividade de análise e discussão das mensagens transmitidas pelos *cartoons* de jornais e revistas).
 - m. Reflexão sobre as potencialidades pedagógicas das actividades de discussão de assuntos controversos e de representação de papéis. Esta reflexão foi aprofundada com a análise de dois textos sobre as potencialidades destas actividades: (1) no desenvolvimento cognitivo e sócio-afectivo; (2) na construção de concepções acerca da natureza da ciência; (3) na construção de conhecimentos científicos.
 - n. Como gerir o trabalho de grupo (noções sobre aprendizagem colaborativa: constituição dos grupos, promoção da responsabilização individual pelo cumprimento das tarefas, avaliação individual de cada elemento do grupo, critérios e grelhas de avaliação de actividades de discussão de assuntos controversos e de representação de papéis).

Baseados nestes conteúdos, os formandos deveriam conceber actividades a desenvolver com os alunos e, posteriormente, partilhar entre si as experiências resultantes da sua aplicação em contexto de sala de aula.

2.4. Metodologia

O formador, no programa da oficina considerava que, “partindo do princípio que é através da reflexão/acção que a aprendizagem se torna significativa, esta oficina terá uma componente reflexiva/prática/interactiva forte. Pretende-se que cada participante relate/questione/discuta as suas práticas e que a partir deste trabalho equacione novas estratégias (linhas de acção e/ou materiais) que possam dar resposta às suas preocupações/necessidades. Posteriormente, estas estratégias serão aplicadas pelos participantes que o desejarem nas suas aulas e apresentadas/discutidas/avaliadas em grande grupo. Nas sessões presenciais da oficina, todos os conteúdos teóricos serão apresentados e exemplificados através de actividades a realizar em pequenos e grandes grupos” (p.5).

No documento de avaliação da oficina de formação, o formador identifica diferentes tipos de estratégias a que recorreu durante a oficina, de acordo com os objectivos que pretendia atingir. Assim, foram usadas estratégias destinadas a desencadear o conflito sócio-cognitivo através da identificação e do confronto/discussão das concepções dos professores participantes e dos seus alunos acerca da natureza, da aprendizagem e do ensino da ciência. Foram também utilizadas estratégias de promoção da reflexão conjunta acerca das concepções dos participantes e dos seus alunos. paralelamente, foram implementadas estratégias que permitiam aos professores participantes experimentarem (como alunos) algumas das abordagens, estratégias e actividades que poderiam vir a desenvolver com os seus próprios alunos, em contexto de sala de aula. Por último, recorreu-se a estratégias que promovem a concepção de materiais e o planeamento de actividades a aplicar na sala de aula.

Um aspecto interessante da metodologia é a conjugação, oportuna, entre as sessões colectivas e as sessões de acompanhamento individual, de modo a, por um lado, poder fomentar (experienciando) o trabalho cooperativo e, por outro, ser capaz de responder às necessidades individuais de cada participante. Esta dupla abordagem facilitava a efectiva implementação, em contexto de sala de aula, dos conteúdos abordados na oficina de formação, permitindo fazer a ponte entre o que era aprendido e o que é efectivamente utilizado, na prática docente.

2.5. Materiais

Os materiais utilizados foram variados, de acordo com os objectivos previamente enunciados e as diferentes estratégias a que se fez apelo. A título de exemplo podemos referir histórias de ficção científica elaboradas pelos alunos dos formandos, as actividades “Fósseis reais; ciência real” ou “O tubo”, bem como as actividades sobre clonagem ou sobre os *cartoons*.

2.6. Avaliação dos formandos

O formador indica que a avaliação se centrou em diferentes momentos da oficina de formação:

- (1) nas sessões presenciais em que os docentes trabalharam em conjunto sob a supervisão do formador;
- (2) nas sessões presenciais e não-presenciais em que os formandos delinearam estratégias adequadas aos seus alunos;
- (3) nas sessões de intervenção em que alguns participantes aplicaram no terreno os materiais produzidos e as estratégias definidas;
- (4) nas sessões de análise, discussão e reflexão, em que se avaliaram os resultados obtidos.

Previamente, foram definidos, pelo formador, os seguintes critérios para a atribuição de créditos aos formandos:

Atribuição de 1 crédito: Aos participantes que optaram por realizar apenas as actividades conjuntas. Foi-lhes atribuída a creditação definitiva de um crédito, ou seja, 50% da creditação base máxima atribuída à oficina de formação, mediante a apresentação de um comentário crítico sobre as temáticas abordadas.

Atribuição de 2 créditos: Aos participantes que definiram estratégias para aplicação nas suas aulas, a quem foi atribuída, como estímulo ao trabalho prático, uma creditação definitiva de 100% da creditação base máxima, ou seja, dois créditos.

3. AVALIAÇÃO DA ACÇÃO DE FORMAÇÃO

3.1. Avaliação final da acção de formação, realizada pelos formandos

Dos 10 formandos que frequentaram a acção de formação surgiram 4 trabalhos escritos, dois deles realizados por grupos de três formandos e outros dois por grupos de dois participantes. Assim sendo, o nível de adesão conseguido parece-nos uma forma indirecta de avaliação do trabalho realizado nesta oficina de formação, pois o modo e a qualidade com que corresponderam às solicitações do formador indicam, de forma inequívoca, o sucesso da oficina de formação.

O facto de nem todos terem chegado à fase de implementação das actividades que conceberam tem a ver com dinâmicas próprias do contexto escolar: quando as actividades estão inseridas em conteúdos que já foram leccionados, não faz muito sentido que elas sejam implementadas. No entanto, um elemento positivo, é que vários formandos referem que as pretendem vir a implementar no próximo ano lectivo e todos os que não a aplicaram este ano dão justificações fundamentadas para essa decisão.

As opiniões sobre a oficina de formação aparecem de forma dispersa, ao longo dos trabalhos. Contudo, algumas estão expressas de forma clara e inequívoca, sendo muito favoráveis à actuação do formador:

“Enaltece-se a disponibilidade do formador não só no fornecimento de elementos que permitiram o melhor desenvolvimento da formação e do presente trabalho. esta colaboração entre formador e formandas demonstrou uma sensibilidade pedagógica e didáctica que ultrapassa a mera transmissão de conhecimentos que é norma nestas acções de formação”.(Tânia e Vera, trabalho final, agradecimentos)

Este comentário parece-nos bastante significativo porque realça a capacidade de empatia e eficácia do formador e, ainda, porque também denota que estas formandas costumam frequentar diversas acções de formação e que classificam a actual oficina de formação como muito mais conseguida que o que é habitual, neste tipo de acções de formação.

3.2. Avaliação final da acção de formação, realizada pelo formador

O formador considera que as estratégias implementadas na acção de formação se revelaram adequadas à concretização dos objectivos propostos e que foi notório o êxito das estratégias utilizadas, em relação a diversos aspectos:

- a) na promoção da reflexão sobre as concepções e as práticas de sala de aula dos formandos;
- b) na estimulação da participação e do envolvimento dos professores nas actividades propostas;
- c) na promoção da reflexão sobre a importância da realização de actividades de discussão de assuntos controversos e de representação de papéis na construção, pelos alunos, de uma imagem de ciência de acordo com as ideias actuais da epistemologia da ciência;

- d) na construção de conhecimentos sobre a implementação de um ensino “com” e “para” a discussão;
- e) na integração de conhecimentos construídos durante o curso nas estratégias concebidas pelos formandos (e implementadas por alguns deles).

Além disso, como também afirma, constataram-se as potencialidades do apoio e do acompanhamento aos formandos (durante as fases de concepção e de implementação das estratégias) na aplicação dos conhecimentos construídos no curso, na ultrapassagem de eventuais dificuldades e na correcção de linhas de acção.

Por último, considera também que a qualidade das interacções estabelecidas durante as sessões, o nível de profundidade da reflexão sobre as concepções e as práticas individuais, a qualidade das estratégias planeadas para implementação em sala de aula e, em alguns casos, a forma como estas estratégias foram implementadas em contexto de sala de aula permitem avaliar de forma bastante positiva esta Oficina de Formação. Alguns indícios detectados ao nível de questionamento e de reformulação das práticas permitem prever repercussões positivas na actividade profissional.

Assim, a avaliação efectuada pelo formador, à semelhança das opiniões expressas pelos formandos, é francamente positiva. De salientar que esta avaliação não se baseia apenas na sua opinião pessoal sobre como decorreram os trabalhos, mas possui uma evidência mais forte: a efectiva adesão dos formandos em relação às actividades previstas, apesar de algumas delas extravasarem a calendarização e o local da oficina de formação, pois se destinam a serem implementadas na sala de aula, com os seus próprios alunos, o que implica um grau de exposição pessoal muito maior, só possível quando existe o estabelecimento de uma relação de confiança entre formador e formandos.

3.3. Avaliação dos formandos realizada pelo formador

Apesar de estar inicialmente previsto que uns formandos poderiam vir a ter apenas a atribuição de um crédito e outros de dois créditos, o formador decidiu atribuir a creditação máxima a todos os participantes. A justificação apresentada para esta decisão é coerente com os critérios para atribuição de créditos que tinham definido no programa da oficina de formação. Assim, segundo o relatório do formador, “A qualidade dos trabalhos produzidos, o nível de participação dos formandos e o nível de questionamento e reformulação das suas práticas justificam a atribuição de 2 créditos a todos os participantes”.

Por outro lado, em diversos momentos do seu relatório o formador realça o empenho, progressos, participação activa e ponderada, bem como o interesse demonstrado pelos diversos formandos, salientando ainda que, os que não aplicaram as actividades este ano o pretendem fazer para o ano que vem e que ficou combinado o acompanhamento das mesmas, por parte do formador, facto que nos parece muito positivo enquanto iluminador da boa relação de trabalho estabelecida.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Podemos afirmar que a concretização dos objectivos enunciados à partida nos parece uma evidência, face à adesão que os formandos revelam em relação à possibilidade de aplicação real do que aprenderam nesta oficina de formação e à qualidade dos trabalhos finais produzidos pelos formandos. O recurso a metodologias inovadoras e que apresentam grandes potencialidades para os docentes pode explicar a opinião extremamente favorável que os formandos, por vezes, expressam.

Por outro lado, é nítida a qualidade da acção de formação quer quanto às suas temáticas quer quanto às actividades práticas em que os formandos participaram. Todo o trabalho é apresentado (programa da oficina de formação) de uma forma detalhada, muito bem fundamentada e com uma enorme consistência

entre os objectivos a atingir e as estratégias seleccionadas para essas sessões de trabalho. Por outro lado, a pertinência e actualidade do tema desta oficina de formação facilitam a adesão pronta dos formandos, uma vez que é nítida a sua contribuição para o desenvolvimento de práticas e sala de aula mais adaptadas às exigências dos actuais documentos de política educativa.

Do ponto de vista do desenvolvimento pessoal e profissional dos formandos esta oficina de formação tem todos os ingredientes para poder constituir um marco de relevo: uma temática actual e directamente ligada às suas práticas profissionais mas que, simultaneamente, interessa a qualquer cidadão crítico e participativo; o recurso a estratégias inovadoras e que têm um forte poder de sedução dos alunos, quando implementadas em contexto de sala de aula; actividades bem concebidas e que permitem fazer pontes pertinentes entre a teoria e a práticas, o que nem sempre é fácil de conseguir e que é, tantas vezes, criticado em outras acções de formação; a disponibilidade, empenho e entusiasmo do formador, que está patente na forma como se envolve em todo o processo formativo e, de forma mais nítida, na disponibilidade e interesse que demonstrou em acompanhar as implementações de actividades que decorrerão no próximo ano lectivo.

A recente investigação que se tem realizado no domínio das Ciências da Educação enfatiza o papel desempenhado pelas interacções sociais nos processos de apropriação de conhecimentos e de mobilização de competências, dando especial ênfase ao desenvolvimento de processos colaborativos entre pares (alunos) e entre estes e o professor. Esta oficina de formação dá contributos nítidos para que os docentes possam experienciar algumas das formas de concretizar práticas lectivas onde as interacções sejam promovidas de uma forma intencional e com mais fundamentação teórica.

Sabemos hoje que os desempenhos dos alunos são influenciados por uma vasta gama de elementos, entre os quais se incluem o clima de sala de aula, a natureza das tarefas propostas, as instruções de trabalho que são fornecidas aos alunos e o contrato didáctico que rege aquela relação pedagógica. Assim, a temática subjacente a esta acção de formação é da maior relevância, justificando-se

plenamente o seu aprofundamento quer em acções futuras para estes formandos quer em outras que sejam concebidas para outros formandos que as desejem frequentar.

Por outro lado, um dos motivos que provoca, por vezes, menor adesão dos docentes às orientações curriculares inovadoras é sentirem que não estão preparados para lhes saberem responder. Há, de facto, uma enorme diferença entre querer fazer e saber fazer. Por isso mesmo nos parece tão bem adaptado às actuais necessidades formativas que uma acção deste tipo inclua partes práticas como a que foram descritas, que levam os formandos a contactar com técnicas que não dominam e que podem aplicar, posteriormente, na sua prática profissional. Para além disso, o facto de terem podido eles próprios experimentar as estratégias que iriam propor aos seus alunos, parece-nos um aspecto de grande potencialidade didáctica, uma vez que lhes permitiu detectar dificuldades que também poderiam surgir em contexto de sala de aula e, simultaneamente, debatê-las com os colegas, procurando soluções e caminhos para que pudessem ser ultrapassadas.

Este aspecto foi complementado com dois outros igualmente relevantes. as sessões de acompanhamento individual que o formador tinha previsto implementar e, por último, a partilha de experiências, que teria lugar numa última sessão, já após a concretização das actividades em sala de aula.

Os conhecimentos podem ser apropriados através de materiais diversos, tanto mais que nos encontramos numa sociedade em que o acesso a formas diversificadas de informação é uma constante. Porém as actividades práticas e a reflexão crítica, essenciais para que se consigam operacionalizar esses mesmos conhecimentos, necessitam de trocas interpessoais, como as que ocorrem em espaços/tempos formativos deste tipo. Daí a relevância destas acções de formação e a pregnância que elas podem ter nas práticas dos professores que nelas participam.

Lisboa, 29 de Junho de 2002

A consultora

